马来西亚华文独中教科书

科学

初二上册



浙江教育出版社
马来西亚董教总全国华文独中工委会课程局



马来西亚华文独中教科书

科学

初二上册

余自强 汪忠 主编

浙江教育出版社
董教总独中工委会统一课程委员会

初中适用

《科学》初二上册

美术编辑：韩波
行政编辑：梁翠芳
封面设计：韩波
版面设计：韩波
电脑排版：杭州万方图书有限公司

编纂者：浙江教育出版社
董教总独中工委会统一课程委员会
Unified Curriculum Committee
Malaysian Independent Chinese Secondary School Working Committee（MICSS）

出版者：浙江教育出版社
马来西亚华校董事联合会总会（董总）
United Chinese School Committees' Association of Malaysia（Dong Zong）
Blok A, Lot 5, Seksyen 10, Jalan Bukit,
43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan, Malaysia.
Tel: 603-8736 2337
Fax: 603-8736 2779
Homepage: www.dongzong.my
Email: support@dongzong.my

承印者：益新印务有限公司
Percetakan Advanco Sdn Bhd（45169-K）
23, Jalan Segambut Selatan,
51200 Kuala Lumpur, Malaysia.
Tel：603-62589211

版　次：2014年11月第1版
2015年10月第2次印刷

印　数：15,001-28,200

编审人员

主　　编：余自强　汪　忠
编　　者：郑青岳　周应章　汪建红　冯　凭
审 阅 者：黄召仁博士　丘琼润博士　张育存　戴莉芳
　　　　　郭慧花　蓝志东　谢政儫　王亮宇
责任编辑：汤菊芬　王亮宇　黄　伟

鸣　谢

本书承蒙国内外学者和教师协助编写与审阅，部分插图选自国内外一些书籍、杂志和网络，谨此统致谢忱。

董教总独中工委会统一课程委员会　启

2014年11月

编辑说明

小档案

提供与课程相关的补充知识，让学习更有效，涉猎更为广泛。

想一想

和课程相关之问题探讨，可在课堂上进行讨论，或自行搜集资料以解答。

科学家小故事

了解科学家及其成果，体会他们的科学方法、科学态度和科学精神。

活 动

包括观察、演示实验、随堂实验、模拟、调查、资料搜集及分析、探究等实践活动，原则上利用课堂时间进行。

读 图

从图和照片等平面媒体获取信息，培养读图能力。

1. 本教材是根据董教总独中工委会统一课程委员会综合科学学科委员会所拟定的《初中综合科学课程标准（2012年）》（以下简称课标）编写。课标拟定时参考了我国教育部颁布的中学新课程纲要以及世界各地中等教育科学课程纲要及标准。

2. 本套教材共六册，供初中一至初中三年级学生使用，每学年两册。每册内容以每周六节，每节四十分钟的授课及活动时数编写。

3. 本套教材的编写贯彻课标确定的课程目标，以学生为学习主体，希望藉由发现问题、观察及实验等科学过程，培养学生主动学习、独立思考、判断与解决问题等能力。

4. 本套教材内容简明扼要，用字简练，生活化，以真实的彩色照片、正确的示意图、“本章提要”、“想一想”、“小档案”、“科学家小故事”及“活动”等栏目提供学生丰富的学习信息，提升学生学习科学的兴趣，让学生将科学与生活作关联。

5. 教材的完善，非一蹴可成，教材的发展，更有赖于使用者给予指导及建议。本教材如有错误、疏漏或欠妥之处，敬请各校师生及读者提供意见，以供未来修订之参考。

董教总独中工委会统一课程委员会
初中综合科学编审小组
2014 年 11 月

前言

在日常生活和生产中，大家一定会对自然界的许多事物和现象感到好奇。例如，为什么太阳、月亮和星星每天都会东升西落；人是哪里来的，又是怎样从婴儿长大成人的；等等。其实，类似的问题也会使古代的人好奇，他们也一直尝试对此作出解释。正是在试图回答这些问题的过程中，科学慢慢地发展起来了。

现在，科学技术的发展已经极大地改变了世界，它使我们的生产和生活发生着日新月异的变化。初中阶段的科学课，对大家来说非常重要，一个人如果不懂科学，他将难以适应现代社会和日常生活，何况我们中的一些同学还希望能为科学技术的发展做出自己的贡献。

在科学课中，我们将学习科学的基础知识和科学活动的基本技能，了解科学探究的过程和方法,学习如何进行科学思维,养成科学的精神和态度。更重要的是，要对人与自然的关系形成正确的认识。

从根本上说，科学就是帮助人类妥善处理人与自然的关系的。在古代，人类既要利用自然，又害怕自然灾害的发生，因此对自然既喜爱又畏惧。有了科学知识以后，人类创造了许多利用、改造自然的技术。结果在经济发展的同时，造成了生态破坏和环境污染，进而危及人类自身。现在，人类吸取了教训，懂得在认识和利用自然时，还要保护自然。只有这样，人类社会才能实现可持续发展。

对自然界，中华传统文化主张“制天命而用之”，就是要认识自然规律，以便更好地利用和保护自然。具体来说，在认识自然时，要求“赞天地之化育”，就是要用赞美、尊重的态度去对待自然；在利用自然时，要求“与天地参”，认为自然与人类是平等的，要注意保持它与人类的和谐；人与自然关系发展的终极目标是“天人合一”，即人类与自然合为一体、共同发展。这是多么可贵的科学思想啊！因此，我们在学习现代科学知识、技能和方法的同时，还要继承中华传统文化，让它进一步发扬光大。

现在，你们知道学习科学课的意义了吧！希望大家认真学习、勇于实践，努力学好科学课，准备迎接美好的未来！

余自强　汪忠

目　录

第一单元　水

第 1 章　生活中的水 …… 1

1.1　水的重要性 …… 3

1.2　水常见的性质 …… 6

1.3　地球上的水循环 …… 10

1.4　水分子的组成 …… 14

1.5　我们的生活用水 …… 16

第 2 章　水的密度和压强 …… 21

2.1　水的密度 …… 23

2.2　密度知识的应用 …… 25

2.3　密度与浮沉 …… 30

2.4　水的密度的反常变化 …… 35

2.5　水的压强 …… 38

第 3 章　水的溶解性 …… 44

3.1　物质在水中的分散状况 …… 46

3.2　物质的溶解 …… 49

3.3　溶解度 …… 51

3.4　溶液的浓度 …… 55

3.5　物质在水中的结晶 …… 59

CONTENTS

第二单元　大气

第 4 章　大气的压强 …… 65

4.1　大气压的存在 …… 67

4.2　大气压的测定 …… 70

4.3　大气压的变化 …… 74

4.4　气体压强与体积、温度的关系 …… 78

4.5　气压在生活中的应用 …… 80

第 5 章　大气层的污染及保护 …… 86

5.1　地球的外衣——大气层 …… 88

5.2　空气的污染 …… 91

5.3　大气污染的防治 …… 97

第三单元　生命活动的有序进行

第 6 章　植物的一生 …… 102

6.1　种子的结构 …… 104

6.2　种子的萌发 …… 106

6.3　植物营养器官的生长 …… 110

6.4　花的结构 …… 115

6.5　传粉和受精 …… 116

6.6　果实和种子的形成与散播 …… 120

第 7 章　人体的激素调节 …………………… 128
7.1　内分泌腺和激素 …………………… 130
7.2　脑垂腺和甲状腺的调节作用 ………… 131
7.3　胰岛调节血糖浓度 ………………… 133
第 8 章　人体的神经调节 …………………… 137
8.1　人体对刺激的反应 ………………… 139
8.2　神经系统的组成和反射弧 ………… 141
8.3　脊髓和脑 ………………………… 145
8.4　神经系统的保健 ………………… 147
8.5　人体内环境的恒定 ………………… 150

第四单元　电的奥秘

第 9 章　静　电 ………………………… 157
9.1　静　电 ………………………… 159
9.2　摩擦起电的原因 ………………… 162
9.3　静电的利用与防范 ………………… 164
第 10 章　电　路 ………………………… 170
10.1　电路的组成 ……………………… 172
10.2　电路图 ………………………… 176
10.3　串联电路和并联电路 …………… 178

第 11 章　电流、电阻和电压 …… 185
11.1　电流及其测量 …… 187
11.2　电压及其测量 …… 192
11.3　导体的电阻 …… 196
11.4　导体电阻大小的决定因素 …… 200
11.5　变阻器 …… 204
11.6　电流、电压、电阻的关系 …… 207
11.7　欧姆定律的应用 …… 210

DIY

第一单元 …… 218
第二单元 …… 221
第三单元 …… 223
第四单元 …… 225

附录一　常用计量单位 …… 227
附录二　部分物质的溶解度表 …… 229



第一单元

水

第1章 生活中的水

学习目标

1. 知道地球水资源对人类生存的重要性。
2. 认识水的物理性质。
3. 知道水的检验方法。
4. 能解释水循环。
5. 能说出水循环的重要性。
6. 能区别物质的物理变化和化学变化。
7. 认识水的组成成分。
8. 能检验氧气和氢气。
9. 能通过实例说明水里的杂质对水的物理性质的影响。

本章概念图


水
水的重要性
人类如何利用水
水与生命
水常见的性质
水常见的物理性质
表面张力
毛细管现象
水合物的颜色
水的检验
地球上的水循环
水循环的概念
水循环的重要性
水分子的组成
水的电解
氧气和氢气的检验
水分子的结构
氢原子和氧原子
我们的生活用水
生活用水的来源
水质的检验

1.1 水的重要性

水是我们很熟悉的物质。在自然界以及人类的生活和生产中，水都有十分重要的作用，是一种重要的资源。

1.1.1 人类如何利用水

想一想

1. 请想象一下，假如地球上没有水，自然界将是什么样的？
2. 请举例说明水在日常生活、农业、工业、交通和体育娱乐活动等方面的作用。

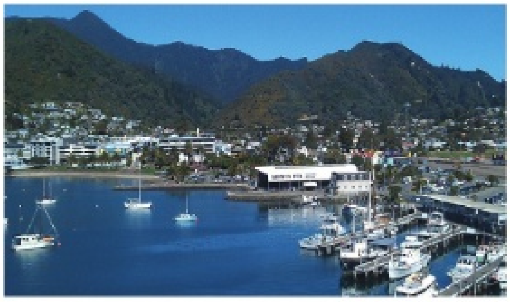
人们的日常生活处处要用水，但家庭生活用水只占人类全部用水量很小的一部分。在各个经济领域中，农业用水所占的比例最大。对所有的种植业和养殖业来说，水都是必需的。在干旱环境下，必须进行灌溉以满足农作物的需要。工业上需要用水的地方也很多，除食品厂、造纸厂这些以水作为原料的工厂外，发电厂、钢铁厂等许多工厂都需要大量的水来冷却机器设备。在交通方面，河流和海洋自古以来就是重要的运输通道，正是航海业造就了港口城市如马六甲、槟城的繁荣。很多体育娱乐活动也离不开水，例如游泳、水球和皮划艇等。总之，人类的许多活动都离不开水（图 1–1）。



用喷灌法给作物浇水



发电厂的冷却塔



海洋是重要的运输通道



海上皮划艇

图1–1　人类的许多活动都离不开水

小档案

水　灾

水也可能带来危害，例如水灾。水灾是指洪水泛滥、暴雨积水和土壤水分过多等对人类社会造成的灾害。通常所说的水灾，以洪涝灾害为主（图 1-2）。水灾不仅威胁人们的生命安全，而且会造成巨大的财产损失，并对社会经济发展产生深远的不良影响。防治水灾虽已被世界各国列为重要的公共安全保障事业，但要根除它很困难。至今水灾仍是世界上影响最大的自然灾害之一。



图1-2　洪水泛滥

1.1.2　水与生命

科学研究表明，地球上最早的生命出现在海洋中。离开水，地球上的生命就不能存在。

想一想

你知道有哪些生物在水中生活吗？

自然界的大部分单细胞生物在水中生活，例如衣藻、草履虫和许多细菌。在多细胞生物中，真菌、植物和动物也有许多种类在水中生活（图 1-3）。



生活在海水中的海藻



池塘水面长满了浮萍



水蛇



海豚

图1-3　常见的水生植物和水生动物

水是生物生存所必需的最基本的物质之一。例如，对人的生命活动来说，水是至关重要的物质。当人体内含水量不足时会造成脱水，严重脱水的人会有生命危险。因此，为了保障健康，医生建议每个成年人每天需从食物和饮料中摄取 2～2.5 L 的水。

水还是组成生物体的主要物质。但各种生物体中含水量并不相同，如人体的含水量约为 70%～80%、水生植物含水量高达 90% 以上、水母（图 1-4）的含水量高达 98% 左右。生活在干旱地区的有些植物具有储存水分的结构，例如一棵成熟的猴面包树（图 1-5）甚至可以储存 5000 L 水。



图1-4　水母



图1-5　生长在非洲等地的猴面包树

活 动 1

干燥的种子里含有水分吗？我们可以用实验探究一下。

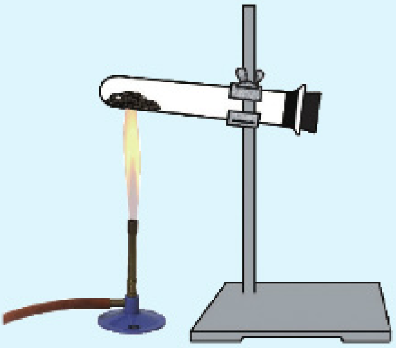


图1-6　加热水稻籽粒

1. 取干燥的水稻籽粒 20～30 粒，用天平称出质量，并在表 1-1 中记录数据。
2. 把水稻籽粒倒进干燥清洁的试管里，在本生灯或酒精灯上均匀加热（图 1-6）。注意试管口略微向下倾斜，不要将水稻籽粒烤焦。不久，你看到试管里面发生了什么变化？ ________________。
3. 倒出水稻籽粒，再用天平称出质量，记录在表 1-1 中。

表1-1

	烘烤前	烘烤后	含水量（%）
质量（g）			

4. 讨论：从这个活动中，你得出了什么结论？

1.2 水常见的性质

在自然界中，水是我们最熟悉的物质之一。你知道水有哪些常见的性质吗？

1.2.1 水的物理性质

想一想

物质的性质可分为物理性质和化学性质。水有哪些物理性质呢？请将你的看法填入表 1-2 中。

表1–2

物理性质	颜色	气味	状态	液态水的沸点	固态水（冰）的熔点
水					

纯净的水是无色、没有气味和味道的液体。在一个大气压下，它在 100℃时沸腾、0℃时凝固成固态的冰。

活 动 2

给你烧杯、本生灯（或酒精灯）、瓶架和夹子、温度计、火柴和计时器，你能设计实验探究冰的熔点和水的沸点吗？

1. 在烧杯中加入少量碎冰，用本生灯（或酒精灯）加热烧杯。用温度计测量温度，每分钟一次，直至冰完全熔化（图 1-7）。将测量结果填入表 1-3 中。
2. 冰完全熔化后，用本生灯或酒精灯继续加热烧杯。待水沸腾后，用温度计测量温度，每分钟测一次，共 5 次。将测量结果填入表 1-3。

表1–3

时间（分钟）	1	2	3	4	5
冰熔化过程中的温度变化（℃）					
水沸腾过程中的温度变化（℃）					

3. 讨论：

（1）你测得冰的熔点是多少？请说出你判断的理由。

（2）你测得水的沸点是多少？请说出你判断的理由。

（3）根据实验结果，水的凝固点是多少？请说出你判断的理由。

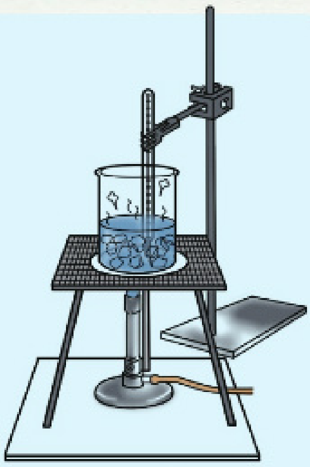


图1-7　水的状态变化

水中的杂质会使水的物理性质发生变化。例如，水中溶有食盐时，凝固点会降低至 0℃以下。

1.2.2　水的表面张力

活动 3

将 2 片打蜡的纸水平放置，分别在上面滴一滴水和植物油，然后从侧面观察并绘出水滴和油滴的形状。

水滴的形状	油滴的形状

水滴和油滴的上表面为什么是弧形的呢？原来，液体跟气体接触的表面存在一个薄层，叫做表面层。表面层里的分子比液体内部的分子稀疏，分子间的距离比液体内部分子间的距离大一些，分子间的相互作用表现为引力。就像你要把弹簧拉开些，弹簧反而表现出收缩的趋势一样。这种力作用的结果，会使液体表面具有自动缩小的趋势。我们把作用于液体表面，使液体表面积缩小的力，称为表面张力（surface tension）。

想一想

在自然界，我们可以看到很多因表面张力而引起的现象。你能用液体的表面张力解释下面这些现象吗？

1. 水黾为什么能在池塘水面上滑行而不沉入水底（图 1-8）？
2. 人们把树叶上的露水称为露珠，它的形状为什么总是近似球型（图 1-9）？



图 1-8　池塘水面上的水黾



图 1-9　清晨树叶上的露水

1.2.3　水的吸附力和毛细管现象

活动 4

1. 在 2 个烧杯中分别倒入等量的水和油。
2. 从纸巾上剪下 2 条相等长度的纸带，上端固定，下端分别浸入水和油中（图 1-10）。
3. 1 分钟后，用刻度尺测量，这 2 种不同液体沿着纸条分别上升了多少。

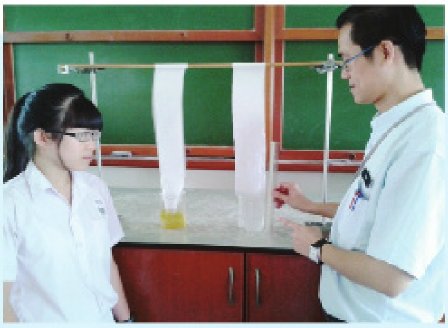


图 1-10　液体沿着纸条上升

水和油为什么会克服重力沿着纸条上升呢？原来纸巾中有许多毛细管。毛细管的内径很小，细如毛发，因此而得名。将毛细管插入液体中时，液体分子除了相互吸引外，也能和组成管壁的分子相互吸引，产生吸附力。在吸附力的作用下，与管壁接触的液体分子就会吸附在毛细管的管壁上。这些粘在管壁上的液体分子，又会将其他的液体分子拉向自己。这样，毛细管里的水和油就会上升，直到这种吸附力与重力平衡。于是，管内外液面就产生了高度差，这种现象称为毛细管现象（capillarity），又称毛细作用。图 1-10 中水和油克服重力沿着纸条上升，正是毛细作用的结果。

在自然界和日常生活中可以见到许多毛细管现象，例如砖块吸水、毛巾吸汗、粉笔吸墨水等，都是毛细作用的结果。在这些物体中有许多细小的孔道，它们起着毛细管的作用。

水沿毛细管上升的现象，对农业生产的影响很大。例如，土壤里有很多毛细管，地下的水分可以沿着这些毛细管上升到地面蒸发。因此，在干旱时，锄松地面的土壤，可以破坏土壤表层的毛细管，从而减少水分的蒸发，有利于保存地下的水分。

1.2.4　水合物的颜色和水的检验

水能和有些物质结合生成水合物，使它们改变颜色，据此可以检验水是否存在。例如，无水氯化钴（Anhydrouse Cobalt Chloride）是蓝色的（图 1–11）；遇到水时，会与水结合，生成氯化钴的水合物，这是一种粉红色至红色的晶体（图 1–12）。因此，无水氯化钴可以作为湿度和水分的指示剂。实验室中常用无水氯化钴试纸来检验水分子是否存在。试纸在干燥时为蓝色，潮湿时变为粉红色。使用后的试纸经加热后可以重复使用。



图 1–11　无水氯化钴



图 1–12　氯化钴的水合物

水还能使无水硫酸铜（Anhydrouse Copper Sulfate）（图 1–13）改变颜色。白色的无水硫酸铜有极强的吸水性，它遇水后会生成硫酸铜的水合物。硫酸铜的水合物是蓝色的晶体（图 1–14），所以在无水硫酸铜的吸水过程中，我们可以观察到它的颜色会由白色慢慢变成蓝色（图 1–15）。实验室里，可用无水硫酸铜检验化学反应中是否存在水或反应后有无水生成；也可用它来做干燥剂，吸收水蒸气。



图 1–13　无水硫酸铜



图 1–14　硫酸铜晶体



图 1–15　无水硫酸铜吸水后颜色慢慢变蓝

1.3 地球上的水循环

天空中经常会下雨，你也许很诧异，接连不断的雨水是来自哪里的呢？原来，大自然通过一个叫做水循环的过程，使得地球表面的水周而复始，不断地发生着循环运动和变化。

1.3.1 雨水的去向和来源

想一想

你知道下雨时，下到学校操场上的雨水到哪里去了吗？下到其他地方的雨水呢？

雨可能下在陆地上，也可能下在海洋上。陆地上的雨水主要有三个去向。第一，雨水形成地表径流（surface runoff），流向海洋。下雨时，我们可以观察到，水滴落到屋顶和地面后，从高处往低处汇聚，形成细小的水流。它们流到街上或进入下水道，然后注入溪流和河流，最终形成大河，流到海洋里（图1-16）。第二，雨水降落到地面后，有一些水渗入地下。它们慢慢穿过土壤



图1-16 溪流是一种地表径流

和岩石的孔隙和裂隙往下流淌，形成了地下水(ground water)(图 1-17)。在这个过程中，水可以被植物的根吸收，也可以给缺水的土壤补充水。地下水可能贮存在地下，也可能以地下径流(groundwater runoff)的方式进入河流和海洋。第三，雨水还可能在地面上直接蒸发；或被植物的根吸收后通过叶子的蒸腾作用(transpiration)，成为水蒸气回到大气中。

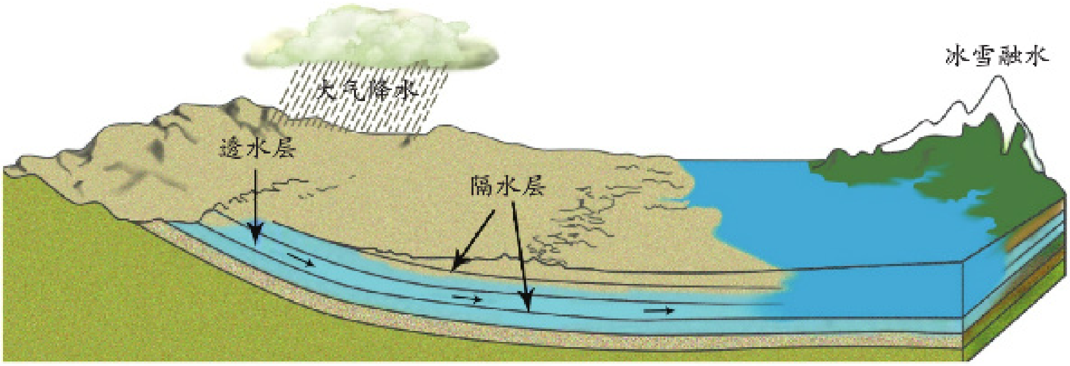


图1-17　地下水的形成

想一想

下雨时，雨水是哪里来的呢？你可能会说，雨水是从云里落下来的。那么，云又是怎样形成的呢？

地球上大部分的水是以液态的形式存在的。在寒冷的高山上以及南极和北极，水常常以固态形式的雪和冰存在。在空气中，水则主要以气态的形式存在。在一定的天气条件下，空气中的水汽便会以微尘或其他固体微粒为凝结核，在它们上面凝结为细小的水滴或成为冰晶。这些细小的水滴或冰晶，漂浮在空中便形成云。当云中的细小水滴或冰晶变得越来越大时，最终降落到地面，形成降水。

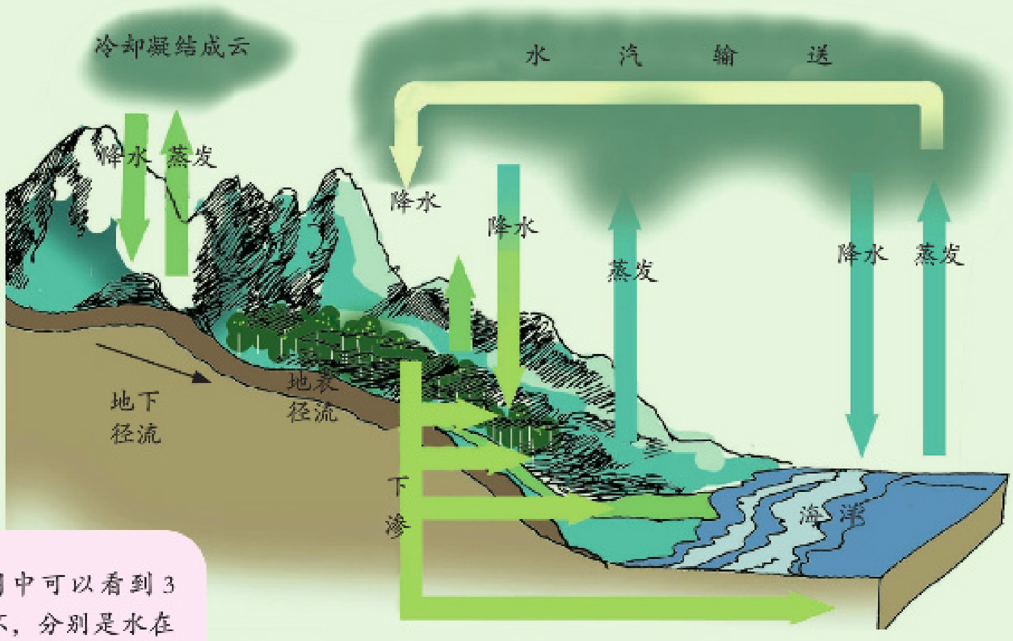
1.3.2　水 循 环

雨水不断降落，天上的云又不断产生。可见，分布在地球各处、不同形态的水处于不断的运动和相互转化之中。那么，这种运动和转化是怎样进行的呢？

读图

读图 1-18，回答下列问题：

1. 海洋水、陆地水和大气水是通过怎样的途径联系起来的？
2. 自然界的固态水、液态水和气态水之间是怎样互相转化的？



图中可以看到 3 个循环，分别是水在海洋和大气、陆地和大气、海洋和大气及陆地之间的循环。

图1-18 地球上的水循环

从图 1-18 中我们可以知道，在一定的条件下，海洋水以及陆地土壤中的水分和河流水、湖泊水，可以蒸发成为大气水。植物根系吸收的水分，通过蒸腾作用以水蒸气的形式释放进入大气。极地和高山上的雪和冰等固态水，也会直接升华为水蒸气，进入大气。其中，海洋水蒸发是大气水的主要来源。通过水汽输送，海洋蒸发形成的水汽源源不断地输往陆地上空。

高山积雪和冰川等固态水在一定条件下，可熔化成液态水补给土壤、河流和湖泊，或成为地下水。大陆冰川向海边流动，进入海面时会崩裂形成海洋中的冰山（图 1-19）。

空气中的水汽在一定的条件下，又会重新凝结成为液态水或凝华为固态水，形成云，然后以液态雨水或固态的雪、冰雹等形式降落到地表或海洋。降落到陆地上的水，一部分汇集成为河流水、湖泊水，或形成固态的积雪和冰（图 1-20）；另一部分则下渗转变为地下水和土壤水。汇集到河流、湖泊或渗透到地下的水，大部分又最终回归大海，成为海洋水体的一部分。



图1–19　大陆冰川向海边流动



图1–20　高山上固态的积雪和冰

分布在地球各处的水通过蒸发、水汽输送、降水、下渗、沿地表或地下流动而紧密地联系在一起，进行着持续不断的水循环（water cycle）。水循环过程中水的总量保持不变，它使水成为地球上的可再生资源。

1.3.3　水循环的意义

地球上的水循环非常重要。例如，许多复杂多变的天气现象就发生在水循环的过程中；水循环还会改变地表形态，使各种水体中的水不断更新，并带来风力和水力等能源。但是，水循环的过程也可能带来灾害。例如，由于降水时间和地域的分布不均匀而造成洪涝或干旱。总之，通过水循环过程，地球上的陆地、海洋、大气、生物之间密切地联系在一起，共同构成了人类生存的自然环境。

小档案

地球上水体的更新周期

由于水循环的不断进行，地球上的水体在不断更新。科学研究表明，地球上主要水体的平均更新周期如下（表 1–4）。

表1–4

水体名称	更新周期
大气水	9 ~ 11 天
河水	11 ~ 18 天
湖泊淡水	10 ~ 100 年
地下水	100 ~ 1000 年
海洋水	约 5000 年

人类的生产和生活，常常会影响地球上水循环的过程，例如，修建水库、挖掘运河、砍伐森林以及人类活动造成的气候变化等。因此，在一项工程实施之前，应该对它可能产生的环境影响进行评估，以免对正常的水循环产生影响。

1.4　水分子的组成

我们已经知道，水滴是由许多水分子组成的。那么，水分子又是由什么组成的呢？

1.4.1　水 的 电 解

想一想

在地球水循环的过程中，海洋水、陆地水和大气水在不断转化。与此同时，水又在固态、液态和气态之间变换。在这个过程中，水发生的是物理变化还是化学变化呢？说说你判断的理由。

我们知道水在自然界循环的过程中，它的存在形态不断变化，但并没有变成别的物质，水分子还是水分子。因此，它发生的是物理变化。如果在水中通直流电，这时会有什么现象产生？水会变成其他物质吗？

活 动 5

1. 在水电解器的玻璃管里注满水，如图 1-21 所示，接通直流电。
2. 仔细观察：两个电极上出现了 ________，两支玻璃管内液面 ____________，产生的气体的体积比约为 ______________。
3. 用点燃的火柴接近液面下降较多的玻璃管尖嘴，慢慢打开活塞，观察到 __________；用带有余烬的木支接近液面下降较少的玻璃管尖嘴，慢慢打开活塞，观察到 __________。
4. 讨论：在电解的过程中，水发生化学变化了吗？



图1-21　电解水的装置

可在空气中燃烧并产生淡蓝色火焰的气体是氢气（hydrogen），能使带有余烬的木支复燃的气体是氧气（oxygen）。用电流来分解某种物质的方法称为电解（electrolysis）。活动 5 的实验说明水在电解时生成了跟水的形态和性质完全不同的氢气和氧气。就是说，水发生了化学变化。水电解过程可用下面的式子表示：

$$水 \xrightarrow{通直流电} 氢气 + 氧气$$

显然，氧气中的氧和氢气中的氢是从水中来的，水的组成成分中有氢和氧。

1.4.2 水分子的结构

想一想

1. 我们知道，自然界的物质都是由极其微小的分子构成的。那么，水、氢气和氧气都是由什么分子构成的呢?
2. 构成水的分子很小，但水分子中是否存在比它更小的粒子呢?

电解水的实验表明，水分子中含有氢和氧。电解时，水分子变成了氢气分子和氧气分子。但是，氢气分子、氧气分子同水分子是完全不同的物质，水分子不可能由氢气分子和氧气分子组成。因此，可以断定，水分子是由两种不同的、更小的粒子构成的。科学家经过研究，发现水分子中确实有比分子更小的粒子，这种粒子就是原子(atom)，1 个水分子是由 2 个氢原子和 1 个氧原子结合而成的(图 1-22)。通直流电时，水分子分解成氧原子和氢原子，再由 2 个氧原子结合成 1 个氧气分子、2 个氢原子结合成 1 个氢气分子，我们可以用模型表示这个过程(图 1-23)。

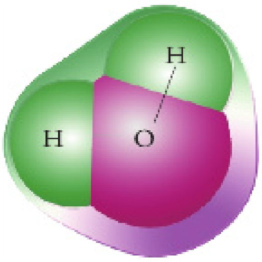


图1-22 水分子的结构模型，模型中红球（O）代表氧原子，绿球（H）代表氢原子

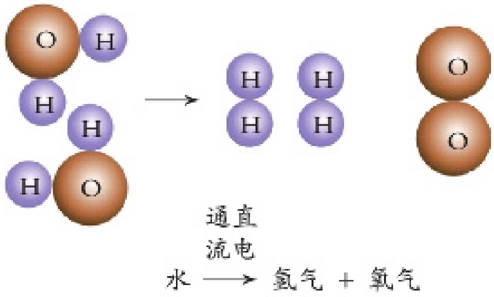


图1-23 水电解过程示意图

科学家小故事

道尔顿和阿伏伽德罗

1803 年，英国科学家道尔顿(John Dalton，1766-1844)提出了原子的概念。他认为原子是组成物质的最小单位。道尔顿的原子论，开辟了在微观层次上认识物质及其变化的新纪元，但是对有些自然现象不能做出完满的解释。1811 年，意大利化学家阿伏伽德罗(A. Avogadro，1776-1856)发表了阿伏伽德罗假说，提出了分子概念及原子与分子的区别等问题。但是，由于当时近代原子论处于开创时期，科学界还不能区分分子和原子，所以这个假说长期不被其他化学家认同。直到 1860 年，阿伏伽德罗假说才被科学界普遍接受。

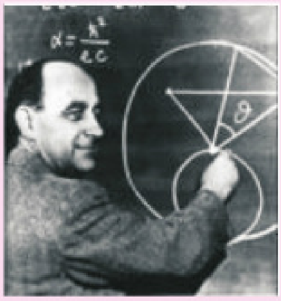


图1-24 阿伏伽德罗

1.5 我们的生活用水

水是我们日常生活中最重要的物质之一。对我们的生活用水，你知道多少呢？

1.5.1 生活用水的来源

想一想

你家里的生活用水是从哪里来的？你家所在地的自来水厂的水又是哪里来的？

许多地方都有公共供水系统，自来水厂以河流、湖泊、水库或地下水为水源，将天然水净化处理后，供给大家使用。在一些比较小的居民点，人们往往直接从河流、湖泊、池塘、水井或泉水中汲取天然水作为生活用水（图1–25）。在有些缺乏淡水的海岛或沿海地区，需要将海水淡化来获取生活用水（图1–26）。

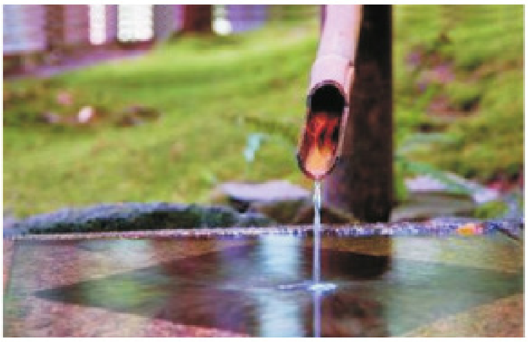


图1–25 山区居民往往用竹筒把泉水引来



图1–26 一种海水淡化装置

1.5.2 水 质

活 动 6

1. 将取自学校附近的池塘水或河水倒入一个烧杯，再把等量的自来水或蒸馏水倒入另一个烧杯，进行比较观察，它们有什么不同？
2. 取一滴池塘中的水做成临时装片，放显微镜下观察，可以看到什么？

天然水中生活着许多微生物，例如野外的池塘、湖泊，水中常有各种藻类、原生动物和细菌（图1-27）。微生物可能对水的颜色和气味产生影响，如使河水变黑发臭。天然水中往往有不溶性的杂质，特别是下雨时，河流中的水通常夹带着泥沙（图1-28），使水变得浑浊。天然水一般还含有可溶性的杂质，例如，海水看上去大多也很清澈，但味道又苦又咸，就是因为它里面溶解有食盐及其他物质。



图1-27　微生物使水浑浊变色



图1-28　不溶性杂质使河水变浑浊

小档案

海水的盐度和海水制盐

海水味道又苦又咸，不能直接饮用，因为它含有许多杂质。海水之所以咸，是因为它含有大量的食盐；海水的苦涩则是因为它里面还有许多别的盐类物质。通常人们把1 kg海水中溶解盐类物质的总量，称为盐度，一般用‰表示。全球海水的平均盐度是35‰。海水盐度的高低，主要取决于蒸发量和降水量之差。蒸发使海水浓缩，降水使海水稀释。有河流注入的海区，海水盐度一般比较低。在沿海地区，人们常常利用海水制盐。盐民在气候温和、光照充足的地区，选择大片平坦的海边滩涂构建盐田。在涨潮的时候，将海水引入蒸发池，经日晒蒸发水分到一定程度时，再导入结晶池。继续日晒，就会逐渐析出食盐来。



图1-29　海水制盐

1.5.3 水质的检验

想一想

1. 水中的杂质使水的物理性质发生了哪些变化？我们可以通过什么方法观察到这些变化？
2. 纯净的水是什么味道的？杂质会使水的味道发生变化吗？

生活用水中的杂质，可能会影响我们的健康。而含有杂质的水，其物理性质往往会发生变化。对水的颜色、气味、浑浊度等变化，一般用眼和鼻观察即可发现；纯净的水没有味道，杂质往往使水的味道发生改变，因此可以用这些方法检验水质。那么，无色透明、没有气味的水是否就可以作为生活用水呢？

活动 7

看上去清澈并且没有气味的水中也可能含有杂质，如果用来作生活用水，需要对水质进行检验。

1. 饮用水的酸碱性一般要求在pH7左右，用pH试纸和标准比色卡测定表1-5中所列各种水的pH值。

表1-5 测定水的pH值

物质	河水或池水	雨水	自来水	蒸馏水
pH 值				
酸碱性				

2. 分别取蒸馏水和已经除去不溶性杂质的天然水（河水、池水或井水）各 10 mL，倒入蒸发皿 a、b 中，用本生灯或酒精灯加热（图 1-30）。等水分蒸干后，对照盛蒸馏水的蒸发皿 a，可看到蒸发皿 b 的底部有 ________________。这些物质来自哪里？ ____________________。
3. 讨论：在你们学校的所在地，用表 1-5 中的哪一种水做生活用水比较合适？为什么？

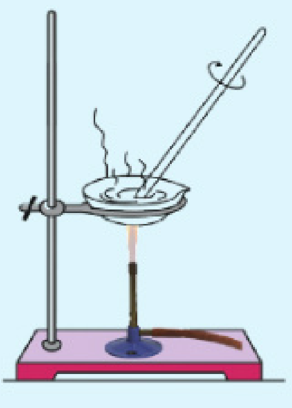


图1-30 清澈的水中有什么？

科学研究告诉我们，天然水中可能含有许多杂质。如果我们用天然水作为生活用水，那么就需要对水质进行检验，必要时需要将水进行净化处理。

本章提要

1. 在自然界以及人类的生活和生产中，水都有十分重要的作用。离开水，地球上的生命就不能存在。
2. 纯净的水是无色、没有味道、没有气味的液体。在一个大气压下，它的沸点是100℃、凝固点是0℃。杂质会使水的物理性质发生变化，例如水中溶有食盐时，凝固点会降低。
3. 液体的表面具有自动缩小的趋势，这是因为液体表面存在着表面张力。
4. 将毛细管插入液体中，管内外液面会产生高度差，这种现象叫做毛细管现象，又称毛细作用。
5. 水能和某些物质结合生成水合物，使它们改变颜色，据此可以检验水是否存在。
6. 地球上的水在不断地进行水循环。在这个过程中，固态水、液态水和气态水之间互相变换，海洋水、陆地水和大气水密切联系、互相转化。
7. 水循环非常重要，通过水循环过程，地球上的陆地、海洋、大气和生物发生了密切的联系，共同构成了人类生存的自然环境。
8. 水在电解时生成了跟水的形态和性质完全不同的氢气和氧气，这时水发生了化学变化，水分子变成了氢气分子和氧气分子。
9. 研究表明，1个水分子是由2个氢原子和1个氧原子结合而成的。
10. 氢气能在空气中燃烧并产生淡蓝色火焰，氧气能使带有余烬的木支复燃，用这样的方法可以检验氢气和氧气。
11. 我们可以通过观察水的物理性质的变化来检验水质，还可以用pH试纸测定水的酸碱性、用将水蒸干的方法检测水中是否有可溶性的杂质。

练习题

一、选择题

1. 地球上最早的生命出现在（　　）。

A. 陆地上　　B. 海洋中

C. 大气层　　D. 高山上

2. 在一个装满水的玻璃杯中，小心翼翼地放入回形针，不让水溢出来。放了若干个回形针后，可以看到水面向上凸起呈弧形。这时水不会溢出杯子是因为（　　）。
   A. 表面的水凝结了　　B. 发生了毛细管现象
   C. 水的表面张力起作用　　D. 回形针把水吸住了

3. 高山积雪和冰川中的水，不能通过以下途径变成气态水进入大气层的是（　　）。
   A. 升华　　B. 熔化成液态水后蒸发
   C. 凝华　　D. 熔化成液态水进入海洋后蒸发

4. 10个水分子中含有的氢原子和氧原子个数分别是（　　）。
   A. 20个氢原子和10个氧原子　　B. 10个氢原子和20个氧原子
   C. 10个氢原子和10个氧原子　　D. 2个氢原子和1个氧原子

5. 下列选项中，不属于水里所含杂质的是（　　）。
   A. 微生物如原生动物　　B. 不溶性的泥沙
   C. 可溶性的盐　　D. 溶于水中的氧气

二、简答题

1. 请举出自己身边发生的2个例子，说明水的重要性。

2. 在热带国家里，冰在室温下为什么会熔化？这时冰熔化所需要的热量是从哪里来的？

3. 为什么菜市场里卖鱼的摊贩要在冷冻鱼的冰块上撒盐？

4. 你家居住地上空的水蒸气，主要可能有哪些来源？

5. 在实验室里，怎样检验水电解后生成的氢气和氧气？

6. 举2个你见过的事例，说明天然水中的杂质使水的物理性质发生了变化。

第一单元

水

第2章 水的密度和压强

学习目标

1．认识密度概念，知道密度是物质的一种特性。

2．会用密度公式进行简单的计算，并用来计算物体的平均密度。

3．会测量固体和液体的密度。

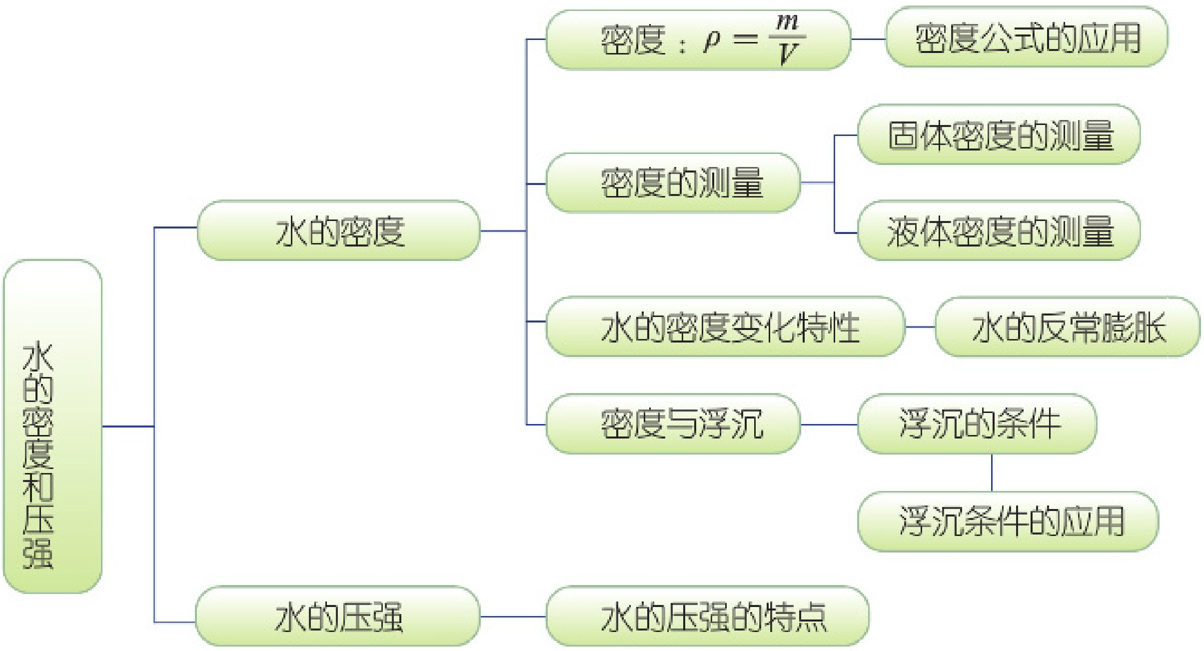
4．理解水的密度变化特性与水的反常膨胀之间的关系。

5．认识密度与物体浮沉的关系。

6．描述水的压强特点。



本章概念图


水的密度和压强
水的密度
密度：$\rho=\frac{m}{V}$
密度公式的应用
密度的测量
固体密度的测量
液体密度的测量
水的密度变化特性
水的反常膨胀
密度与浮沉
浮沉的条件
浮沉条件的应用
水的压强
水的压强的特点

2.1 水的密度

一些高档酒店的楼顶建有游泳池。建筑设计师在设计时为了计算楼顶结构的承重，需要根据游泳池的容积计算游泳池水的质量。水的质量跟体积之间存在着怎样的关系呢？



图 2-1 楼顶游泳池

活动 1

1. 用量筒依次量出 20 cm^3、40 cm^3、60 cm^3 的水，用天平测出对应的质量。
2. 算出水的质量与体积的比值，即算出 1 cm^3 的水的质量。
3. 将有关数据填入表 2-1 中。

表2-1

实验次数	体积（cm^3）	质量（g）	$\frac{质量}{体积}$（g / cm^3）
1	20		
2	40		
3	60		

由上述实验可得，水的质量跟体积成正比，体积为 1 cm^3 的水的质量为 1 g。其他物质的质量和体积又有怎样的关系呢？

活动 2

1. 用量筒依次量出 20 cm^3、40 cm^3、60 cm^3 的酒精，用天平测出对应的质量。
2. 算出酒精的质量与体积的比值，即算出 1 cm^3 的酒精的质量。
3. 将有关数据填入表 2-2 中。

表2-2

实验次数	体积（cm^3）	质量（g）	$\frac{质量}{体积}$（g / cm^3）
1	20		
2	40		
3	60		

由上述实验可得，酒精的质量也跟体积成正比，体积为 1 cm^3 的酒精的质量为 0.8 g。

大量实验表明，无论什么物质，其质量都跟体积成正比。但不同的物质，单位体积的质量并不相同。科学上把单位体积的某种物质的质量，叫做这种物质的密度（density）。

根据密度的意义，可以得到密度的定义式为：

$$密度=\frac{质量}{体积}$$

我们不妨把密度近似地理解为物质的疏密程度。

用符号表示，即：

$$\rho=\frac{m}{V}$$

由密度的定义式，可得密度的单位是克/厘米^3（g/cm^3）或千克/米^3（kg/m^3），分别读作：克每立方厘米、千克每立方米。两者的换算关系是：

$$1\ g/cm^3=10^3\ kg/m^3$$

液体密度的单位常用 g/mL，气体密度的单位常用 g/L。它们的换算关系是：

$$1\ g/cm^3=1\ g/mL=10^3\ g/L$$

正如不同的晶体具有各自的熔点、不同的液体具有各自的沸点一样，不同的物质也具有各自的密度，可见密度也是物质的一种特性。

表2-3 几种典型物质的密度

（除专门标注外，均为在0℃、标准大气压下）

物质	密度（kg/m^3）	物质	密度（kg/m^3）
金	19.3×10^3	铝	2.7×10^3
铅	11.3×10^3	冰	0.9×10^3
铜	8.9×10^3	石蜡	0.9×10^3
钢、铁	7.9×10^3	干松木	0.4×10^3
水银	13.6×10^3	植物油	0.9×10^3
浓硫酸	1.8×10^3	煤油	0.8×10^3
海水	1.03×10^3	酒精	0.8×10^3
纯水（4℃）	1.0×10^3	汽油	0.71×10^3
二氧化碳	1.98	水蒸气（100℃）	0.60
氧气	1.43	氦气	0.18
空气	1.29	氢气	0.09
一氧化碳	1.25		

想一想

1. 水银的密度是 $13.6\times10^3\ \mathrm{kg/m^3}$，它的含义是什么？
2. 有人说：“铁比木头重”，这种说法有什么问题？你认为应该怎么说才对？



图 2-2　水银

小档案

自然界极大和极小的密度

在表 2-3 所列的各物质中，金的密度最大，是水的密度的 19.3 倍，但它远远没有到达密度的巅峰。在太空中，有一种白矮星，其密度达到 $10^6\sim10^9\ \mathrm{g/cm^3}$，而中子星的密度则高达 $10^{14}\sim10^{15}\ \mathrm{g/cm^3}$，是水的密度的几千万亿倍！如果地球被压缩成这个密度，它的直径将变为只有 22.2 m！中子星上小核桃那么大的物质，必须用几万吨级的轮船才能运载。

我们周围空气的密度接近 $1.3\times10^{-3}\ \mathrm{g/cm^3}$，约为水的密度的千分之一，但这远远不是密度的最低点。我们平时所说的真空其实并非空无一物，而是气体极其稀薄的空间。目前实验室获得的高真空环境中物质密度可达 $10^{-18}\sim10^{-17}\ \mathrm{g/cm^3}$，而外太空星际间物质的密度仅为 $10^{-30}\ \mathrm{g/cm^3}$，在自然界中这是极小的物质密度。

2.2　密度知识的应用

密度公式 $\rho=\dfrac{m}{V}$ 反映了某种物质的质量、体积和密度三者之间的关系，这个关系式为我们解决许多实际问题提供了极大的便利。

2.2.1　鉴别物质

生活中我们常常需要对物质进行鉴别。如果你想判断瓶里装的液体是醋还是黄酒，是水还是酒精，只要用鼻子闻一下就可以知道。但是，并不是所有物质都可以通过鼻子闻就能鉴别出来的，密度公式为我们鉴别物质提供了一个新的方法。

【例 1】 某人买了一种金属拉手（图 2-3），它的表面经过了喷塑处理。他想弄清楚这种拉手是用铁制的，还是铜或铝制的。于是他用天平称出拉手的质量为 43.2 g，用量筒量出拉手的体积为 16 cm^3。试判断这种拉手是用什么材料做成的。

已知：质量 $m = 43.2\ \mathrm{g}$，

体积 $V = 16\ \mathrm{cm}^3$。

求：密度 ρ。

解：根据密度公式，可得：

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{43.2\ \mathrm{g}}{16\ \mathrm{cm}^3} = 2.7\ \mathrm{g/cm}^3$$

查密度表可知，该拉手的材料可能是铝。

答：这种拉手可能是用铝做成的。



图 2-3　拉手

想一想

如果物体是空心的，能用例 1 所述的方法鉴别物质吗？为什么？

2.2.2　测算物体的质量

有时，物体的质量难以直接测量，或者身边没有测量质量的工具。这种情况下，如果我们知道物质的密度，根据密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$ 的变形公式 $m = \rho V$，只要测出物体的体积，就能算出物体的质量。

【例 2】 在做化学实验时，我们需要使用 72 g 浓硫酸。你能够用量筒直接量出所需要的浓硫酸吗？

已知：质量 $m = 72\ \mathrm{g}$，

密度 $\rho = 1.8\ \mathrm{g/cm}^3$。

求：体积 V。

解：根据密度公式 $\rho = \frac{m}{V}$，可得：

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{72\ \mathrm{g}}{1.8\ \mathrm{g/cm}^3} = 40\ \mathrm{cm}^3$$

答：只要量出 40 cm^3 的浓硫酸即可。



图 2-4　量筒和浓硫酸

2.2.3 测算物体的体积

有时，物体的体积难以测量，或者身边没有测量长度或体积的工具。这种情况下，如果我们知道物质的密度，根据密度公式 $\rho=\frac{m}{V}$ 的变形公式 $V=\frac{m}{\rho}$，只要测出物体的质量，就能算出物体的体积。

【例 3】 某车间绕制电动机线圈需要横截面积为 2 mm^2 的铜漆包线，现有一捆这种型号的漆包线 17.8 kg，问这捆漆包线有多长？

已知：质量 $m = 17.8\ kg$，

横截面积 $A = 2\ mm^2 = 2\times10^{-6}\ m^2$，

密度 $\rho = 8.9\times10^3\ kg/m^3$。

求：漆包线的长度 L。

解：根据密度公式 $\rho=\frac{m}{V}$，又据体积公式 $V = AL$ 可得：

$$L=\frac{m}{\rho A}=\frac{17.8\ kg}{8.9\times10^3\ kg/m^3\times2\times10^{-6}\ m^2}=1000\ m$$

答：这捆漆包线的长度为 1000 m。

实验 1

测量石头和盐水的密度

目标

1. 巩固用量筒测量不规则固体体积的方法；巩固用天平测量固体和液体质量的方法。
2. 学习依据密度公式测量固体和液体密度的方法。

器材

天平 1 个、50 mL 量筒 1 个、小石头 1 块、100 mL 烧杯 1 个、水、盐水、细线 1 条。

过程

（一）测量石头的密度

1. 用天平测出小石头的质量 m；
2. 在量筒内装入适量的水，读出读数 V_1；
3. 将小石头用细线系好，浸入量筒的水中，读出此时小石头和水的总体积 V_2；
4. 将以上数据填入表 2-4 中，并算出小石头的体积 V 和小石头的密度 ρ。

表2-4

石头的质量 m（g）	石头放入前水的体积 V_1（cm^3）	石头和水的总体积 V_2（cm^3）	石头的体积 V（cm^3）	石头的密度 ρ（g/cm^3）

（二）测量盐水的密度

1. 在烧杯内倒入适量的盐水，用天平测出烧杯和盐水的总质量 m_1；
2. 将烧杯中的盐水倒一部分到量筒中，读出量筒的读数 V；
3. 用天平测出烧杯和剩余盐水的总质量 m_2；
4. 将以上数据填入表 2-5 中，算出量筒中盐水的质量 m 和体积 V，进而算出盐水的密度。

表2-5

烧杯和盐水的总质量 m_1（g）	烧杯和剩余盐水的总质量 m_2（g）	量筒中盐水的质量 m（g）	量筒中盐水的体积 V（cm^3）	盐水的密度 ρ（g/cm^3）

讨论

如果在盐水中再加入盐并使之溶解，则盐水的密度将如何变化？

2.2.4 物体的平均密度

活动 3

1. 取一个空心铁球，测出它的质量为 ______ g，体积为 ______ cm^3。
2. 计算空心铁球的质量与体积的比值 $\frac{m}{V}$ = ________ g/cm^3。



图 2-5 空心铁球

上述实验可得，铁球的质量和体积之比并非 7.9 g/cm^3，其原因在于这个铁球是空心的。所以，我们不能将这个比值称为铁的密度，而是将它称为铁球的平均密度。如果某个空心金属球的平均密度为 2.7 g/cm^3，我们不能认定它是一只铝球，只能说从质量和体积的关系看，它相当于一只实心的铝球。

> 物体的平均密度通常简称为物体的密度。

除了空心的物体，有许多物体并非由单一物质构成的，例如上述实验中测量密度所用的盐水就是盐和水的混合物。我们所测出的密度既不是盐的密度，也不是水的密度，而是盐和水这一混合物的密度。如果在水中溶解更多的盐，盐水的密度将更大。可见，对混合物而言，其质量和体积之比也属于物体的平均密度。

活动 4

取 1 瓶胶水、1 支牙膏，使用量筒和天平分别测出它们的体积和质量，并算出它们的平均密度。

表2-6

	体积 V（cm^3）	质量 m（g）	平均密度 ρ（g/cm^3）
胶水			
牙膏			



图 2-6 胶水和牙膏

2.3 密度与浮沉

生活中时有发生人在江河湖海中溺水身亡的事件，但在中东地区的死海，人为什么能悠然自得地躺在水面上看报呢?



图 2-7 死海——人不会被淹没的海

2.3.1 浮沉的条件

活动 5

1. 按图 2-8 的方式，将冰块、铜棒、木塞放入水和酒精中，观察它们在液体中的浮沉状态，并记录在表 2-7 中。

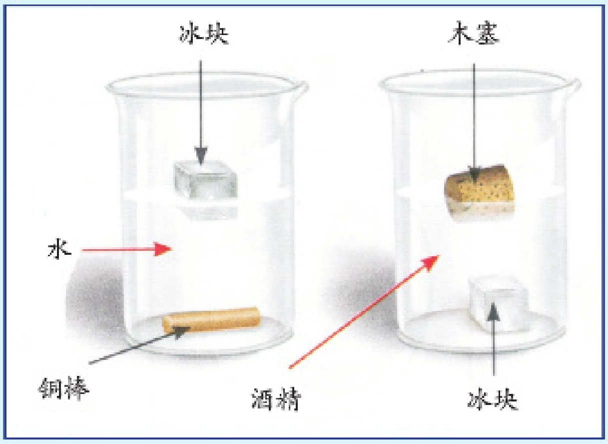


图2-8

表2-7

	铜棒	冰块	木塞
在水中			
在酒精中			

2. 如图 2-9，观察鸡蛋的浮沉变化。
（1）鸡蛋放入水中后，将会下沉至杯底。
（2）在水中慢慢加入食盐，并搅拌使之溶解，鸡蛋将可悬浮在盐水中。
（3）在盐水中再加入一些食盐，食盐溶解后，鸡蛋将漂浮在液面上。
3. 你认为物体在液体中的浮沉跟物体、液体的密度可能存在怎样的关系？

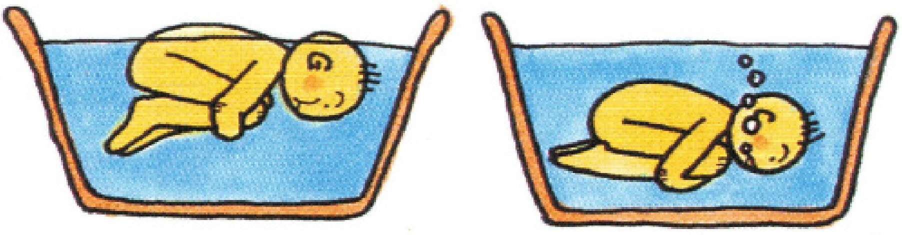

图 2-9 鸡蛋的浮沉

大量实验表明，当物体的密度小于液体的密度时，物体将漂浮在液面上；当物体的密度大于液体的密度时，物体将沉入液体底部；当物体的密度等于液体的密度时，物体将悬浮在液体中。

与在液体中一样，物体在空气中的浮沉是由物体的密度和空气的密度的大小决定的。

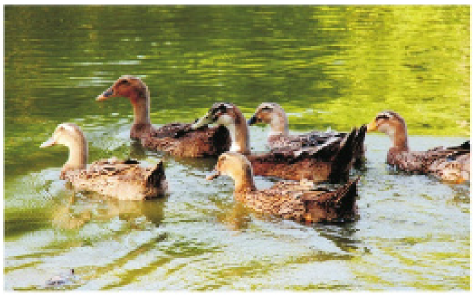
物体的浮沉是一个常见的现象，生活中有大量现象可以用物体浮沉的条件作出解释。

如果一个人在放满水的浴缸里，屈身抱住膝盖大吸一口气的话，他的身体就会浮起来（图 2-10a）。保持这个姿势，把气吐出来之后，他的身体将会沉下去（图 2-10b）。这是因为吸足气之后他的身体的体积增大了，身体的密度小于水的密度。而当他吐出气之后，他的身体体积减小了，身体的密度大于水的密度。


a b
图 2-10 人在浴缸中的浮沉

注意安全，不要模仿。

为什么鸭子能够浮在水面上？这是因为鸭子的羽毛蓬松而且不透水，所以总体而言，鸭子的平均密度要小于水的密度。


图 2-11 浮在水面上的鸭

想一想

你见过煮汤圆或饺子的情景吗？当汤圆或饺子刚放入水中时，会沉入锅底。而当汤圆或饺子煮熟时，则会浮出水面（图 2-12）。这是为什么？



图 2-12　煮汤圆的情景

2.3.2　浮沉条件的应用

物体浮沉的条件不但可以解释许多生活现象，而且在生产、生活和科研上也有许多重要的应用。在电视中，你一定看见过航天员在飞行器内行走的情景。飞行器环绕地球运行所产生的效果，会使航天员好像鱼悬浮在水中一样，能够悬浮在空间中。这样的空间环境使得航天员在太空行走时身体变得难以控制，空间知觉也会发生紊乱。为了使航天员能够适应太空的特殊环境，人们设计了让航天员悬浮在大型水池中以模拟太空行走的训练方法（图 2-13）。为了保证航天员在水中处于悬浮状态，应使航天员及所携带的装备的平均密度与水的密度相等。

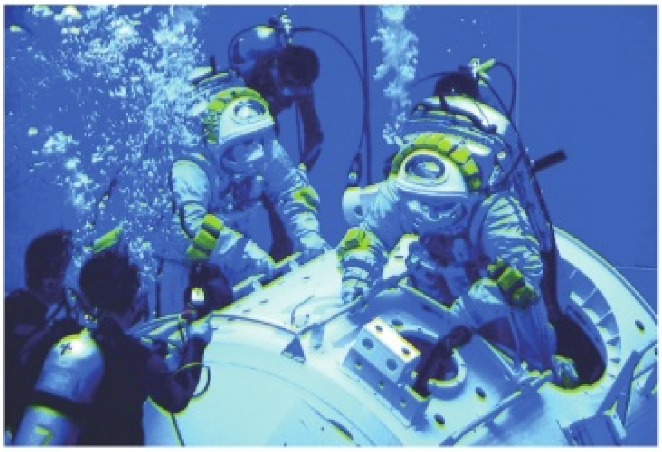


图 2-13　航天员在水中做模拟太空行走的训练

如果你把蜜糖、水和油依次缓缓地加入瓶子里，它们将会清楚地分成三层(图 2-14)。这是因为蜜糖的密度比水的密度大，而油的密度比水的密度小。密度越大的物质，总是处于离容器的底部越近的地方。同样道理，鸡尾酒调酒师正是根据不同饮品密度的差异，调出漂亮的彩虹鸡尾酒(图 2-15)。



图 2-14　液体的分层



图 2-15　彩虹鸡尾酒

一块钢板放在水里会下沉，但为什么用钢板制造的轮船却能够漂浮在水面上呢?

活 动 6

如图 2-16，把一块橡皮泥放在水面上，橡皮泥将沉入水底。从水中取出这块橡皮泥，将它捏成碗状，再把它放在水面上，橡皮泥将能浮在水面上。

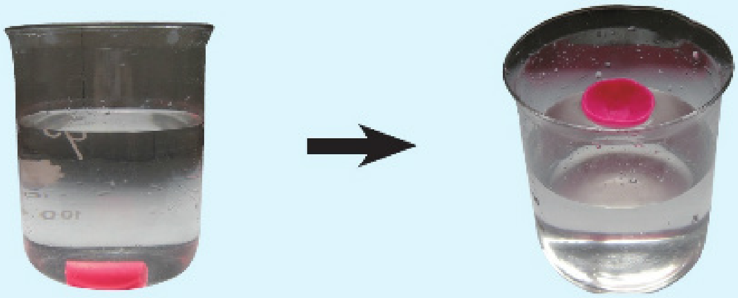


图 2-16　橡皮泥的沉与浮

与此类似，钢板的密度比水的密度大，所以，钢板放在水里将会下沉。但是，用钢板制成的轮船，由于船体中间很大部分是空的，里面装着大量的空气(图 2-17)。将船体、船上的物品以及船内的空气看成一个整体，其密度要小于水的密度，所以轮船能够浮在水面上。

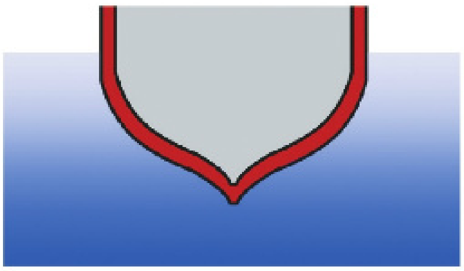


图 2-17　轮船浮在水面的原理

潜艇是海军的主要舰种之一，它既能在水面上航行，又能潜入水下某一深度进行机动作战。你知道潜艇在水中是怎样实现上浮和下沉的吗?

活动 7

1. 如图 2-18 所示，玻璃球的顶部和底部各有一个小孔，顶部小孔通过橡皮管与针筒相连。开始球内装满水，沉入水下。
2. 将针筒的活塞向内推，使玻璃球内的水从底部小孔压出，玻璃球将向上浮起。
3. 将针筒的活塞向外拉，使水从底部小孔进入玻璃球内，玻璃球将重新沉入水下。

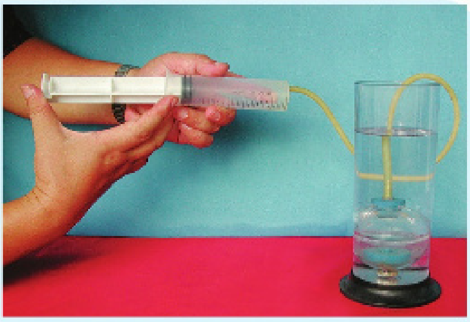


图 2-18　潜艇浮沉的模拟实验

与上述实验现象类似，潜艇的两侧有水舱，当水舱充满水时，潜艇的密度大于水的密度，潜艇就会下沉。当用压缩空气将水舱里的水排出一部分，潜艇的密度小于水的密度时，潜艇就会向上浮起，露出水面，如图 2-19 所示。当水舱里留有适量的水，潜艇的密度等于水的密度时，潜艇就能够停留在水下某一深度的地方。

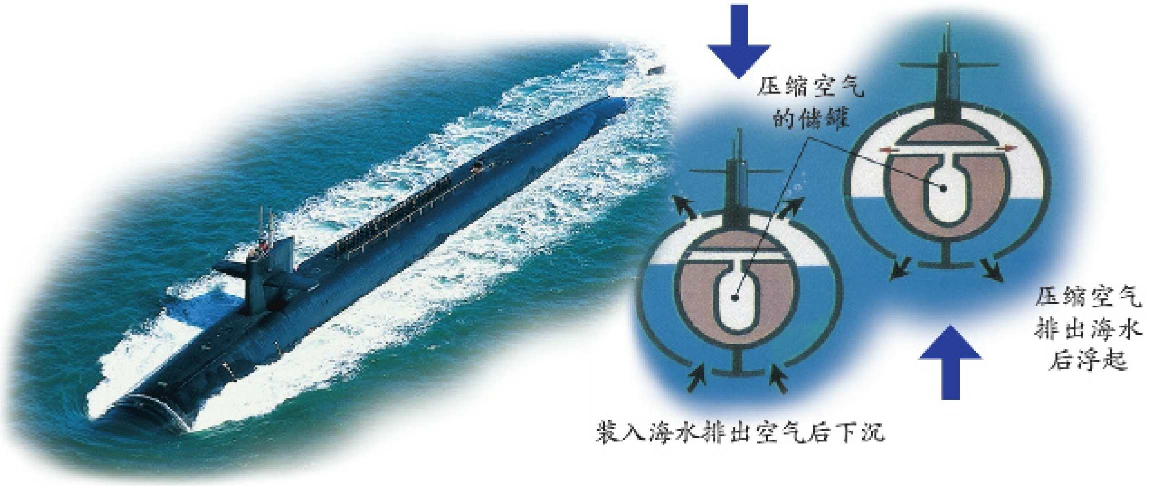


图 2-19　潜水艇的原理

小档案

热气球和飞艇

人类早就幻想着像鸟儿一样在蓝天自由飞翔，正是热气球使人类第一次实现了这一愿望。1783 年，法国的蒙戈尔费埃（Montgolfier）兄弟用纸和布制造了一个袋子，用火加热袋里的空气，制成了最早的热气球。由于球内热空气的密度比球外空气的密度小，热气球整体的密度也小于外面空气的密度，从而能在空气中上升。当热气球整体的密度等于外面空气的密度时，热气球能悬浮在空气中。

1783 年 12 月，法国学者查理（Jacques Alexandre Cesar Charles）用密度小于空气的氢气代替热空气，制造了能升到 2000 多米高空的氢气球。后来，载人的氢气球能到达 20000 m 的高空。

为了克服气球没有动力的缺点，人们制造了气艇，在大气囊下安装了带螺旋桨的发动机，如图 2-21 所示。气艇曾被用于军事侦察、轰炸和作为空中交通工具。早期的气艇充的都是易燃的氢气，后来因发生了几次氢气爆炸事故，于是人们改用了氦气。现在，大多数观测高空气象的气球都是氦气球。



图 2-20　热气球



图 2-21　气艇

2.4　水的密度的反常变化

我们知道，一般物体在温度升高时体积会膨胀，在温度降低时体积会缩小。因此，组成物体的物质的密度，在温度升高时将减小，在温度降低时将增大。但是，并非所有物质，或者物质在所有条件下都具有这样的性质，水就是一个典型的例子。

2.4.1　水的反常膨胀现象

活 动 8

1. 如图 2-22 所示，在球形烧瓶内装满温度为 10℃左右的水（可用冷开水），瓶塞中插有温度计和细玻璃管。塞子塞紧后，水受到挤压会沿着玻璃管升到一定的高度，标出此时水面所在的位置。
2. 把瓶子埋在拌有碎冰块的盐水里，瓶内的水温开始下降。我们将可看到，在水温从 10℃降低到 4℃的过程中，玻璃管内的水面逐渐下降。在水温从 4℃继续下降的过程中，玻璃管内的水面反而逐渐上升。

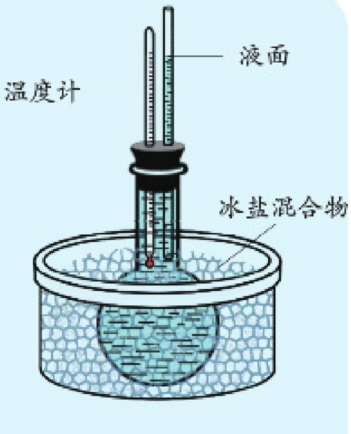


图 2-22　水的反常膨胀实验

实验表明，水在温度低于 4℃时，其体积将随温度的下降而膨胀。这种与热胀冷缩相反的现象叫做水的反常膨胀（abnormal expansion）。

根据物质的密度与体积的关系可知，水在温度高于 4℃时，密度随温度的下降而增大；但当温度低于 4℃时，密度却随温度的下降反常地减小。水在 4℃时密度最大，我们说水的密度为 1.0×10^3 kg / m^3，实际就是指水在 4℃时的密度。

如果将一块固态的石蜡放入液态的石蜡中，固态的石蜡将会下沉，如图 2-23 所示。绝大多数物质都和石蜡一样，液态的密度小于固态的密度。但我们知道，冰总是浮在水面上（图 2-24）。这就是说，水与一般物质不同，它从液态变为固态时，体积会膨胀，密度会减小。水结冰时体积膨胀、密度减小的现象是水的密度反常变化的另一种表现。



图 2-23　液态和固态的石蜡



图 2-24　南极洲附近海面上的浮冰

2.4.2　水的密度反常变化的影响

水的密度随温度反常变化的特性，对于鱼类和其他水生生物的生存具有极为重要的意义。在寒冷的地区，冬天的湖泊会结冰。由于冰的密度比水的密度小，所以，冰会浮在水面上，从而使得鱼能够在冰下的水中生活，并能在湖底找到食物。当湖面结冰后，湖水上下温度并不均匀，温度为 4℃的水由于密度最大，总是沉在湖底。越往上，水的温度越低（图 2-25）。由于水的导热性很差，所以湖水降温十分缓慢。再加上地热首先传递给湖底，湖底的水温一般都能维持在 4℃，使鱼类得以生存。

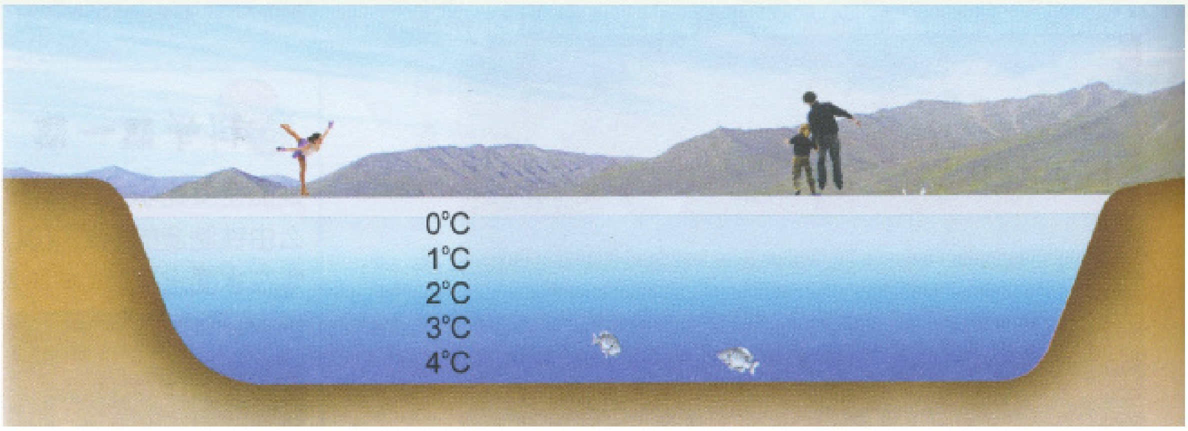


图 2-25 严寒的冬天湖水的温度分布

在地球表面的许多地方，岩石缝隙和岩层之间总会聚集一定量的水。当温度下降水结成冰后体积发生膨胀，从而可能造成岩石的开裂。而当温度升高时，岩石缝隙和岩层之间的冰会熔化。水在岩石的缝隙间发生的这种熔化和冻结现象会使岩石发生机械风化，也会使马路等建筑物开裂或形成洞坑。同样道理，寒冷地区冬天户外的水管有时会被冻裂，也是由于水结冰时体积膨胀引起的。

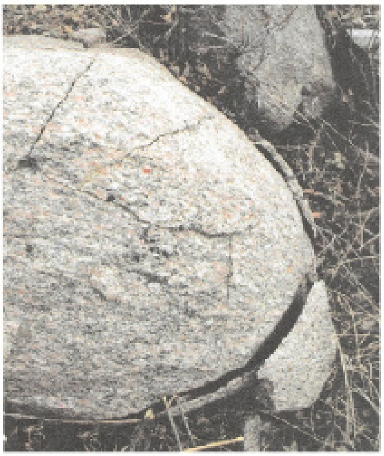


图 2-26 水结冰后膨胀使岩石开裂



图 2-27 水结冰后膨胀使路面形成洞坑

想一想

装满液体的玻璃瓶不能放入冰箱的冷冻室，这是为什么？

2.5 水的压强

有一位名叫约翰·墨累的海洋学家曾经做了一次有趣的实验。他将3支大小不同的玻璃管的两端烧熔封闭，用帆布包紧后装进铜管里，铜管的上端开有小孔可以让水进入。他把这根铜管沉到5000 m深的深海里。当他把铜管提上来时，不禁惊呆了：帆布里的玻璃全变成了雪花状的玻璃粉！这是什么原因造成的？



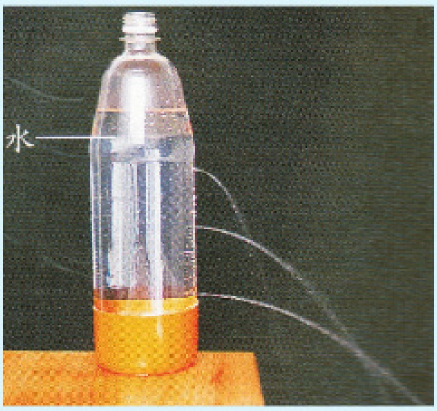
图 2-28 约翰·墨累的实验

活动 9

1. 在一段粗管的下端蒙上橡皮膜，如图2-29a所示，将水注入管内至约1 / 3处，橡皮膜将向下凸出。再将水注入管内至约2 / 3处，橡皮膜凸出更明显。
2. 在一个大容量塑料瓶里装满水，其侧壁不同高度有3个小孔。小孔先用胶布封着。当揭掉胶布后，可见到水从小孔泄出（图2-29b），越低的小孔，泄流越平直。



a



b

图 2-29 水对容器底部和侧壁的压强

大量实验表明，水和其他各种液体对容器的底部和侧壁都会产生压强。液体的深度越大，压强越大。

想一想

如图 2-30，在一个洗手盆中拔起胶塞，没有水和注满水两种情况相比，哪种情况中比较容易拔起胶塞？为什么？



图 2-30　拔胶塞

液体不但对容器的底部和侧壁会产生压强，液体的内部也存在压强。如果你在游泳，当水面到达胸部时，就会感到胸闷，这正是水的压强引起的。

液体内部压强的大小可以用压强计（图 2-31）来比较。当压强计金属盒上蒙的橡皮膜受到压强时，U 形玻璃管左右两管内的液面就会出现高度差。橡皮膜受到的压强越大，两管内液面的高度差越大。利用压强计，我们可以方便地探究液体内部压强的特点。



图 2-31　压强计

活动 10

我们需要探究的问题是：液体内部压强的大小跟哪些因素有关？

上述问题可以分解为两个子问题：液体内部的压强大小跟深度是否有关？液体内部同一深度的压强大小跟方向是否有关？

每 2～3 人一组，针对以上各个子问题，利用压强计、盛有水的杯子、刻度尺，按下表所列的步骤进行实验，并将测量数据填入表 2-8 中。

表2-8

序号	橡皮膜朝向	橡皮膜中心在水下的深度（cm）	U 形管左、右两管内液面的高度差（cm）
1	朝上	3	
2	朝上	6	
3	朝上	9	
4	朝下	9	
5	朝侧面	9	

大量实验表明，水和其他各种液体内部都存在着压强。液体的压强随深度的增加而增大；在同一深度，液体向各个方向的压强相等。液体的压强还跟液体的密度有关，密度越大，压强越大。

小档案

连通器原理及其应用

所谓连通器，就是上部开口、下部相连通的一类容器。图 2-32 就是连通器最简单的模型，连通器里的水不流动时，各容器中的水面保持相平。

连通器的原理可以用液体压强的知识作出解释。设想如图 2-32 所示的连通器下部有一个小液片 *AB*，要使 *AB* 不动，*AB* 左右两侧受到水的压强必须大小相等。由于水内部的压强与深度有关，所以，只有两边水柱的高度相等，液面 *AB* 两侧受到的压强才能相等。

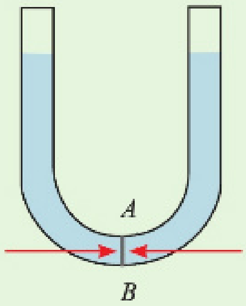


图 2-32　解释连通器

在生活中我们可以看到各式各样的连通器。

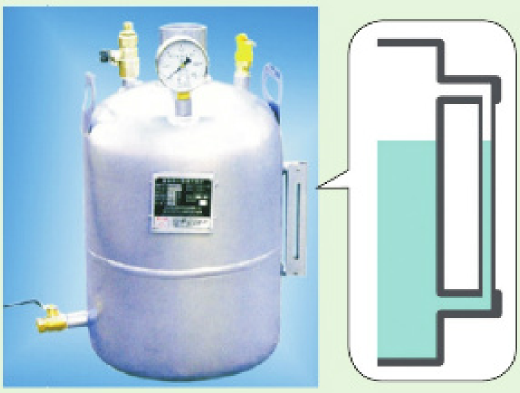

图 2-33　锅炉水位计能够清楚地反映锅炉中水位的高低


图 2-34　茶壶的壶嘴总是与壶口等高，或高于壶口，而不是低于壶口


图 2-35　洗手池下方的排水管常有一段是 U 形管（称为“水封”）。U 形管两边的上端都与大气相通，其中所贮的水能将室内与下水道隔开，以保证下水道中的污浊气体不会进入室内。

本章提要

1. 单位体积的某种物质的质量，叫做这种物质的密度。密度的定义式是 $\rho=\frac{m}{V}$，单位是 g/cm^3 和 kg/m^3，两者的关系为 $1\ g/cm^3=10^3\ kg/m^3$。不同的物质具有不同的密度，密度是物质的一种特性。
2. 物体的质量和它的体积之比，叫做物体的平均密度，简称物体的密度。
3. 水在一定的温度范围内具有反常膨胀的特性，所以，在一定的温度范围内，水的密度会随温度发生反常的变化。水的这种特性对人类既存在有利的一面，也存在不利的一面。
4. 物体在液体中的浮沉与密度密切相关。当物体的密度大于液体的密度时，物体将沉入液体底部；当物体的密度小于液体的密度时，物体将漂浮在液面上；当物体的密度等于液体的密度时，物体将悬浮在液体中。
5. 液体不但对容器的底部和侧壁有压强，液体内部也存在压强，液体的压强随深度的增加而增大；在同一深度，液体向各个方向的压强相等。液体的压强还跟液体的密度有关，密度越大，压强越大。

练 习 题

一、选择题

1. 物质密度的定义式为（　　）。

A. 密度=质量×体积　　B. 密度=$\frac{质量}{体积}$

C. 密度=$\frac{体积}{质量}$　　D. 密度=质量+体积

2. 3个相同的烧杯放在水平桌面上，其内分别装有质量相等的水、酒精和盐水，则液面最高的液体是（　　）。

A. 酒精　　B. 水　　C. 盐水　　D. 无法确定

3. 将一个铝制的空心球浸没在水内，放手后，铝球将（　　）。

A. 上浮至水面　　B. 下沉至水底

C. 悬浮在水中　　D. 无法确定

4. 如图2-36，玻璃杯中装有一定量的水，当用手指插入水中但不碰到杯底时，杯底受到水的压强将（　　）。

A．不变　　B．变大

C．变小　　D．无法判断



图 2-36

二、简答题

1. 汽油的密度为0.71×10^3____________。它的意义是：____。汽车油箱里的汽油用掉一半后，剩下的汽油的密度为____________。

2. 酱油的密度比水的密度要大些，如图2-37是小亮妈妈刚从超市买来的酱油，瓶内酱油的质量__________（填“大于”、“小于”或“等于”）500 g。



图 2-37

3. 有一家工厂要制造一种特殊用途的钢铝罐，在钢罐内表面要压贴一层0.25 mm厚的铝片。科学家先把薄薄的铝片装在钢罐内与内壁相贴，再往钢罐内灌满水，水中插入冷冻管，使水结冰，冷冻之后铝膜就紧紧地贴在钢罐的内壁了。试解释这一技术处理的科学道理。

4. 一个空瓶的质量是30 g，盛满水后质量是530 g。

（1）这个瓶子的容积为多大？

（2）用这个瓶子装煤油，最多能装多少克的煤油？（煤油的密度为$0.8\ g/cm^3$）

5. 有甲、乙、丙三个物体，其密度分别为：$\rho_{甲}=0.85\ g/cm^3$；$\rho_{乙}=1.05\ g/cm^3$；$\rho_{丙}=1.25\ g/cm^3$。现将它们放在密度为$1.05\ g/cm^3$的液体中。图2-38 是这三个物体在液体中处于平衡的四个可能的位置。请为这三个物体选择合适的位置。

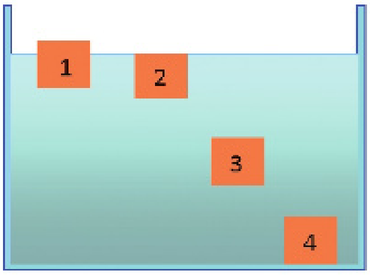


图 2-38

6. 人们常用"浮筒打捞法"打捞沉船，其做法是：把几个浮筒灌满水沉到水底，潜水员用钢索把它们拴在沉船的两侧。然后，打捞船上的机器开动起来，把空气压进浮筒，将筒内的水排出去，沉船就可以浮起来（图2-39）。这样做的原理是什么？

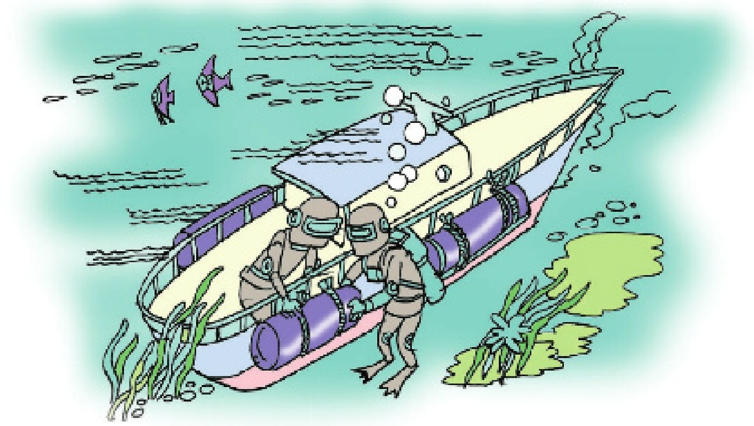


图 2-39

7. 图2-40反映了潜水员在水中运动或工作时的情景，你认为哪幅图中的潜水员能潜入水下较深的地方？说说你的理由。



图 2-40

第一单元

水

第3章 水的溶解性

学习目标

1. 认识溶剂、溶质和溶液。
2. 能解释什么是悬浮液、乳浊液和胶体溶液。
3. 知道水作为万能溶剂在生活中的重要性。
4. 能举例说出有机溶剂在日常生活中的应用。
5. 能解释什么是溶解度。
6. 能解读溶解度曲线表。
7. 知道什么是饱和溶液和不饱和溶液。
8. 知道稀溶液与浓溶液的异同。
9. 能识别晶体与非晶体。
10. 能计算简单的质量百分比浓度。
11. 能计算简单的稀释后、浓缩后的溶液的质量百分比浓度。
12. 初步学会用结晶的方法分离混合物。



本章概念图

- 水的溶解性
  - 物质在水中的分散状况
    - 悬浮液、乳浊液、溶液和胶体溶液
  - 物质的溶解
    - 溶解过程中的能量变化
    - 溶剂对物质溶解性的影响
  - 溶解度
    - 物质的溶解度
    - 溶解度与温度的关系
    - 溶解度曲线的解读
  - 溶液的浓度
    - 饱和溶液和不饱和溶液
    - 浓溶液和稀溶液
    - 饱和溶液的形成
    - 溶液的质量百分比浓度
  - 物质在水中的结晶
    - 晶体和非晶体
    - 晶体的形成

3.1 物质在水中的分散状况

我们都有这样的体会，把一些物质放在水里搅拌一下，有些物质会逐渐在水中消失不见了，而有些物质不会完全消失；放置一段时间，那些没有消失的物质会浮到水面上或沉入水底。这是为什么呢？

3.1.1 溶 液

我们已经知道，蔗糖和食盐能溶解在水中。通过实验，我们还可以发现许多物质也能溶解在水中或其他物质里。

少量高锰酸钾溶于水后，常作消毒防腐剂，可以用于冲洗伤口，或用于饮食用品和器皿的消毒。

活 动 1

1. 将深紫色的高锰酸钾晶体加入水中，你发现 ______________。
2. 将固体的碘加入酒精中，你发现 __________________________。

通过实验，可以知道 ________________ 能溶解在 ______________ 里，____________ 能溶解在 __________ 里。



图3-1 高锰酸钾溶液

像砂糖、高锰酸钾等被溶解的物质称为溶质（solute）。能溶解其他物质的物质（如水、酒精等）称为溶剂（solvent）。溶解后所得到的物质叫溶液（solution）。

想一想

上述活动中，溶质和溶剂分别是什么物质？溶解后得到的物质叫什么？

3.1.2 悬浮液和乳浊液

病人喝的有些药水，上层是澄清液，下层是很细的不溶于水的药粉。这类药水的瓶上常常标有“服时摇匀”的字样。在摇动瓶子时，瓶里的液体会变得浑浊而不透明。这种固体小颗粒悬浮在液体里形成的物质叫悬浮液（suspension）。例如，肠胃病人做“钡餐造影检查”时，常需服用一种白色的药

物——硫酸钡（俗称钡餐），它就是一种悬浮液。含泥沙的浑浊河水也是一种悬浮液，当山地河流流出山口进入平原后，由于水流的速度降低，河水中的碎屑物质就会堆积下来，形成冲积扇平原。

悬浮液的颗粒大小为 1 ~ 50 μm，用显微镜可观察到这些颗粒。

小档案

冲积扇平原

冲积扇平原是由河流沉积作用形成的，在山地河流流出山口进入平原的地方，往往会形成冲积扇平原。它的顶端朝向山口，外缘似呈半圆形，表面向边缘微倾，像一把顶端狭外缘宽的扇子，故而得名。这种平原因河床易于改道，常常发育出辫状水系。

几乎任何河流在下游都会有沉积现象，尤其是一些较长的河流。世界上最大的冲积平原是亚马逊平原，它由亚马逊河上游的泥沙堆积而成。中国的成都平原、长江中下游平原都属这一地形。



图3-2　冲积扇平原

牛奶是同学们熟悉的营养品，乳白色，不透明，放得时间长一些，上层会出现一层白色的油脂。这些油脂形成很小的液滴悬浮在水里，像这种小液滴分散到液体里形成的物质叫乳浊液（emulsion）。



图 3-3　牛奶是一种乳浊液



图 3-4　肥皂水也是一种乳浊液

溶液、悬浮液、乳浊液中均含有多种物质，这种由多种物质组成的物质叫混合物。悬浮液、乳浊液不稳定，静置一段时间后会分层，而溶液则是均一、稳定的混合物。

活动 2

按基本实验操作要求，对表中内容进行实验，观察实验现象，将观察到的现象填入表中并与同学进行交流。(水取 5 mL，食用油取 1 ~ 2 滴，粉笔灰和食盐取少量)

表3–1

编号	1	2	3
实验操作	水中加食盐	水中加粉笔灰	水中加食用油
振荡后的现象			
静置后的现象			
混合物的种类			

想一想

1. 日常生活中你遇到过哪些溶液、悬浮液和乳浊液？它们之间有什么不同？
2. 从以上实验中，你认为溶液有什么特性？

3.1.3 胶体溶液

当溶剂中的颗粒达到一定大小时，就形成胶体溶液(colloidal solution)。如：天上的云是胶体，蛋白质溶液等也是胶体。

胶体溶液与溶液在性质上有什么区别呢？

当一束平行光线通过胶体溶液时，从垂直于光束的方向，可以观察到有一条光亮的“通路”，该现象称为“丁达尔效应”(Tyndall effect)。

胶体中的颗粒大小为 1 ~ 100 nm。溶液中的微粒直径小于 1 nm。



图3–5 丁达尔现象

活动 3

1. 在烧杯中盛半杯豆浆，分别加水 5 mL、10 mL 和 15 mL，然后用激光灯照射，有什么发现？
2. 若在烧杯中盛半杯盐水或是泥水，按以上实验步骤进行实验，有什么发现？

丁达尔现象是区别胶体溶液和溶液最简便的方法。

小档案

丁达尔现象

英国物理学家约翰·丁达尔（John Tyndall，1820-1893），首先发现和研究了胶体（分散相粒径 1～100 nm）中的丁达尔效应。

自然界中丁达尔现象是十分普遍的。清晨走进树林中，你会看到树林中的丁达尔现象（图 3-6），这是由于空气中浮游着许多尘埃和小水滴。

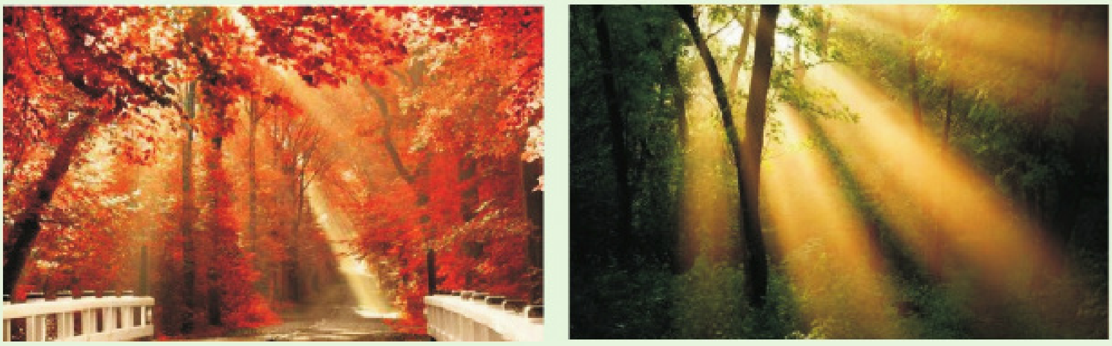


图3-6 清晨树林中的丁达尔现象

3.2 物质的溶解

许多物质能溶解在溶剂里形成溶液，许多化学反应也要在溶液中才能进行。因此，溶液在日常生活和生产中的应用广泛。那么，各种物质在溶解过程中有哪些特性呢？

3.2.1 溶解过程中的能量变化

物质在溶解的过程中，是从外界吸收热量，还是向外界释放热量？

活动 4

1. 如图 3-7 所示，取 2 个烧杯，装入 50 mL 水。用温度计测出水的温度，读数是：________。
2. 在其中的 1 个烧杯中加入氢氧化钠，并使之溶解，再用温度计测量。温度计的读数是：________。
3. 在另 1 个烧杯中加入硝酸铵，并使之溶解，再用温度计测量。温度计的读数是：________。

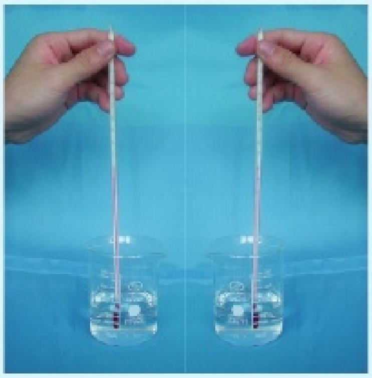


图3-7 溶解过程中的能量变化

实验表明：物质溶解于水的过程都伴随着能量的变化，有的放出能量，导致温度升高；有的吸收能量，导致温度降低。不过，也有许多物质在溶于水的过程中，温度变化并不很明显。

3.2.2 溶剂对物质溶解性的影响

水是良好的溶剂，许多固体、液体和气体都可以溶解在水中，有人称水是万能溶剂。例如，水与大气、土壤、岩石等物质接触时，许多物质会溶解在其中。因此,天然水中往往溶解有多种矿物质和氧气。因为水中溶解了氧气，鱼类等水生动物才能生存。

水作为万能溶剂，在日常生活和生产中的应用非常广泛。例如，给病人输液用的药水是将食盐或葡萄糖及其他药物溶解在水中制成的；农业上通过喷洒含有肥料或杀虫剂的水溶液来给瓜果蔬菜施肥、灭虫。

想一想

1. 你是如何判断一种溶液中，哪个是溶质，哪个是溶剂的？
2. 举例说明水作为万能溶剂在生活中具有哪些重要作用？

有一些不能溶解在水里的物质，可能会溶解在其他溶剂里，如常用的有机溶剂酒精、汽油、丙酮等。



图3-8 油漆、油污、圆珠笔所造成的污渍可用相应的溶剂去除

想一想

日常生活中你是如何将衣服上或手上沾有的油污洗净的?

小档案

衣服干洗

有些衣服的质地不适合水洗，可以采用除水以外的溶剂去除衣服上的污渍，从而达到洗涤的目的。由于溶剂中几乎不含水分，所以称这种洗涤方式为干洗。

干洗一般分为三个步骤：先经过预处理，也就是人工将污染严重的污渍（如：果汁、指甲油、油漆、墨水等）进行预先的处理；然后将衣物放进干洗机中，用干洗溶剂进行全面的洗涤并甩（烘）干；最后是去除衣物中残留的干洗溶剂和熨烫整形，就可以得到干净的衣服了。



图3-9　干洗机

3.3　溶解度

在一定的温度下和一定量的溶剂中，物质能够溶解的量是有限的。那么，在相同的条件下，不同物质的溶解能力都相同吗?

3.3.1　物质的溶解度

活动 5

室温下在两个盛有 100 g 水的烧杯中分别加入 10 g 氯酸钾和 10 g 氯化钠，充分搅拌后完全溶解的是 ______________________，未完全溶解的是 ______________________。

讨论：这两种溶质在水中的溶解能力一样吗? ________。溶解能力较大的是 ________。

在相同条件下，不同物质的溶解能力是不同的，我们常用溶解度（solubility）来定量表示物质的溶解能力。在一定温度下，某物质在 100 g 溶剂中无法再继续溶解时所溶解的质量，就是这种物质在这种溶剂里的溶解度。溶解度数值越大，表明在该温度下，物质的溶解能力越强。

这里的溶剂通常指水。

不同物质具有不同的溶解度。下面是几种常见物质在 20℃时的溶解度：

表3–2

物质名称	氯化钠	氢氧化钙	蔗糖	氯酸钾	氯化铵	硝酸钾
溶解度 (g)	36.0	0.165	203.9	7.4	37.2	31.6

我们通常把 20℃时溶解度在 10 g 以上的物质称为易溶物质；1 ~ 10 g 为可溶物质；0.01 ~ 1 g 为微溶物质；小于 0.01 g 为难溶物质。

想一想

1. 表 3–2 中哪些是易溶物质，哪些是微溶物质？
2. 除了溶解能力外，还有哪些因素会影响物质溶解度的大小呢？

3.3.2 溶解度与温度的关系

活动 6

1. 在室温下，将 5 g 硝酸钾加入到 10 g 的水中，搅拌后观察硝酸钾能否完全溶解？ ______________________。
2. 给以上溶液加热，观察此时硝酸钾是否溶解了？ ______________。继续加入硝酸钾，一直加到硝酸钾不能再溶解更多时为止。
3. 将此时的硝酸钾溶液冷却至室温，你观察到什么现象？ ______________。

讨论：

1. 在以上实验中，原来不能再溶解的硝酸钾，加热后还能继续溶解，说明了什么？
2. 温度较高的硝酸钾溶液冷却时，为什么会有硝酸钾固体析出？

活动 6 的实验表明：硝酸钾的溶解度随温度的升高而增大，随温度的降低而减小。温度是影响硝酸钾溶解度大小的因素。

许多物质的溶解度会随温度的变化而变化，表 3-3、3-4 中分别列出了硝酸钾和氢氧化钙的溶解度随温度变化的情况。

读 图

从表 3-3、表 3-4 中的数据分析，硝酸钾和氢氧化钙的溶解度与温度的关系怎样？

表3-3　硝酸钾在不同温度时的溶解度

温度（℃）	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
溶解度（g）	13.3	20.9	31.6	45.8	63.9	85.5	110.0	138	169	202	246

表3-4　氢氧化钙在不同温度时的溶解度

温度（℃）	0	20	40	100
溶解度（g）	0.173	0.165	0.121	0.076

想一想

1. 烧开水时，随着温度的升高，沸腾前会出现气泡。这些气泡产生的原因是什么？
2. 你能根据这个现象，推测气体的溶解度随温度变化的情况吗？

科学研究证明，大部分固体物质的溶解度随温度的升高而增大，个别固体物质的溶解度随温度的升高而减小。气体物质的溶解度则随温度的升高而减小。

想一想

在影响溶解度大小的因素中，哪些属于内部因素？哪些属于外部因素？

3.3.3 溶解度曲线的解读

固体物质在不同温度时的溶解度，也可以用溶解度曲线表示。通常用纵坐标表示固体物质的溶解度，横坐标表示温度，根据固体溶质在不同温度下的溶解度画出该物质溶解度随温度变化的曲线，叫做固体溶解度曲线。

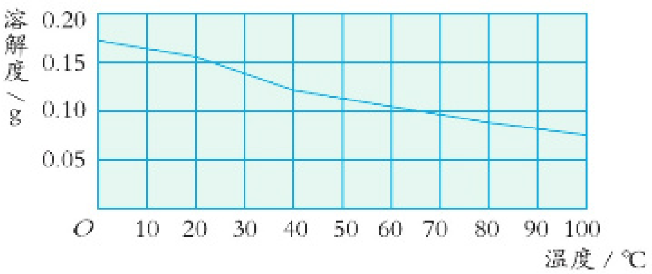


图3-10 氢氧化钙的溶解度曲线

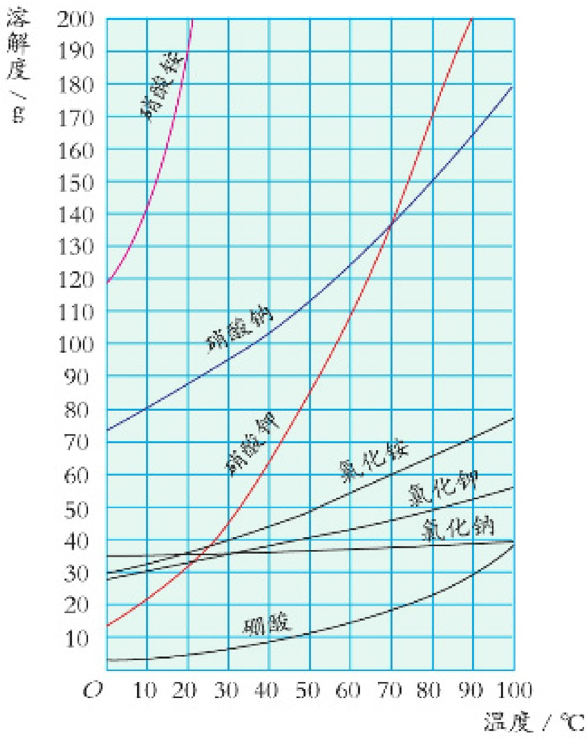


图3-11 几种固体物质的溶解度曲线

想一想

假设你有一罐白色粉末，只知是硝酸钾、氯化钠中的一种，是否可以借助溶解度曲线进行鉴别呢？

读 图

根据图 3-11，回答下列问题：

1. 硝酸钠和硝酸钾的溶解度曲线出现相交，交点表示的意思是______________。
2. 溶解度曲线上任意一点表示的意思是____________。
3. 比较硝酸钾和氯化钾的溶解度曲线，请分析它们的溶解度随温度变化的情况有什么不同：____。

固体物质的溶解度曲线取值范围：溶液通常用水作溶剂，所以温度的取值范围为 0～100℃，又因为溶液是由溶剂和溶质组成的混合物，故溶解度的取值只能大于 0。

3.4 溶液的浓度

要比较不同物质的溶解能力，必须在温度相同，溶剂相同并且溶剂质量也相等的条件下，且该溶质不能再继续溶解更多时进行比较。这时，溶液的浓度达到最大了吗？

3.4.1 饱和溶液和不饱和溶液

在一定的温度下，一定量的溶剂中，物质能够溶解的量是有限的。

我们把在一定温度下，在一定量的溶剂里不能继续溶解更多某种溶质的溶液，称为这种溶质的饱和溶液（saturated solution），还能继续溶解某种溶质的溶液称为这种溶质的不饱和溶液（unsaturated solution）。

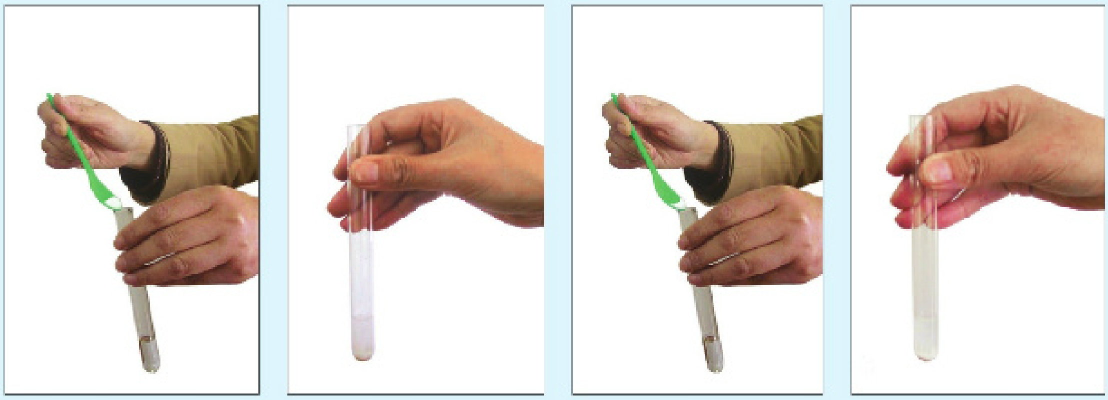
想一想

如何用实验证明两瓶溶液中，一瓶是饱和溶液，另一瓶是不饱和溶液？

有的溶液溶有较多的溶质，是浓溶液；有的溶有较少的溶质，是稀溶液。那么，饱和溶液是否一定是浓溶液呢？

活动 7

在 2 支装有 10 mL 水的试管中分别加入 1 小匙蔗糖和熟石灰，振荡后，静置片刻，你看到了什么现象？



加入一小匙蔗糖　　振荡　　加入一小匙熟石灰　　振荡

图3-12　蔗糖、熟石灰在水中溶解的情况

从以上活动中可知，熟石灰在水里溶解的量极少，是稀溶液，但已经饱和了；蔗糖在水里溶解的量较多，是浓溶液，却未达到饱和。

想一想

根据上述实验事实，你觉得“饱和溶液一定是浓溶液，不饱和溶液一定是稀溶液”这句话对吗？你能举出生活中的具体事例吗？

在相同的温度下，同种物质的饱和溶液的浓度一定比不饱和溶液的浓度要高。

3.4.2 饱和溶液的形成

某种溶液是否饱和与它的浓度无关。那么，实验室中如何配制饱和溶液呢？

活动 8

1. 查氯化钠的溶解度曲线：常温 25℃，水取 100 g 时，氯化钠是 ______ g。
2. 用托盘天平称取所需的氯化钠，放入烧杯中。
3. 用量筒量取所需的水，倒入盛有氯化钠的烧杯里，用玻璃棒搅拌。待氯化钠完全溶解时，氯化钠的饱和溶液就配制好了。

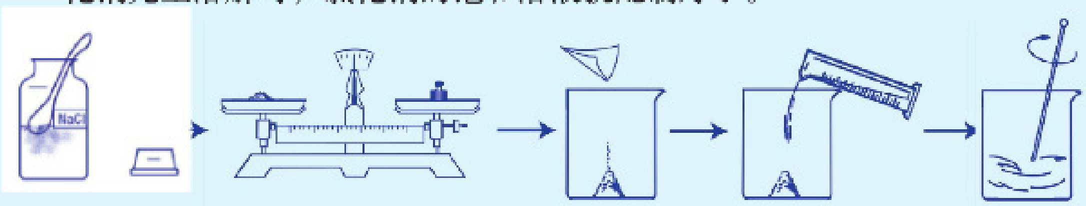


图3-13 配制氯化钠溶液的过程

在实验室中，我们可以根据物质的溶解度来配制饱和溶液。除此之外，还可用什么方法得到饱和溶液呢？

想一想

用海水晒盐，先要将海水变成食盐的饱和溶液。你知道盐民是怎样做的吗？

活动 9

1. 在烧杯里加 20 g 70℃热水，然后加入硝酸钾晶体 10 g，搅拌至完全溶解。这时，溶液饱和了吗？
2. 要将此溶液转化成饱和溶液，你准备怎么做？

可以按以下步骤进行，我们就能得到硝酸钾的饱和溶液。

1. 添加溶质：继续一边加硝酸钾晶体一边搅拌，直到 ____________________。
2. 蒸发溶剂：用本生灯或酒精灯给溶液加热，直到 ____________________。
3. 降低温度：将加热后的溶液冷却至室温，观察到 ____________________。

3.4.3　溶液的质量百分比浓度

胃液中含有少量盐酸，可以帮助消化；但胃酸过多，易得胃病，影响人体健康。在给农作物或树木喷施药液时，药液太稀不能杀死害虫和病菌，但药液太浓又会毒害农作物或树木。因此在配制溶液时，必需确切知道一定量的溶液里含有多少溶质，科学上常用溶液的质量百分比浓度来定量表示：



图3–14　药水杀虫

$$\text{溶液的质量百分比浓度} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\% = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶质的质量} + \text{溶剂的质量}} \times 100\%$$

质量百分比浓度可以用小数或百分数表示。例如：医用生理盐水是质量百分比浓度为 0.9% 的氯化钠溶液。质量百分比浓度越大，溶液中的溶质相对含量就越大，溶液的浓度也越大。

【例 1】 在农业生产上，有时用 10 % ~ 20 % 食盐溶液来选种。配制 150 kg 质量百分比浓度为 16% 的食盐溶液时，需要食盐和水各多少千克？

已知：$m_{\text{食盐溶液}} = 150\ \text{kg}$，

$\omega_{\text{食盐溶液}} = 16\ \%$。

求：食盐的质量 $m_{\text{食盐}}$，

水的质量 $m_{\text{水}}$。

解：$$\text{溶液的质量百分比浓度} = \frac{\text{溶质的质量}}{\text{溶液的质量}} \times 100\%$$

$$16\ \% = \frac{m_{\text{食盐}}}{150\ \text{kg}} \times 100\%$$

$$m_{\text{食盐}} = \frac{16\%}{100\%} \times 150\ \text{kg} = 24\ \text{kg}$$

$$m_{\text{水}} = 150\ \text{kg} - 24\ \text{kg} = 126\ \text{kg}$$

答：配制 16 % 食盐溶液 150 kg 需要食盐 24 kg 和水 126 kg。

溶液的质量百分比浓度不同，溶液的密度也不同，生产上常把某物质溶液的密度和其相对应的质量百分比浓度列成对照表。这样，当测得某物质溶液的密度后，就可以从表中查出该物质溶液相对应的质量百分比浓度，或根据该物质溶液的质量百分比浓度查得其相对应的溶液的密度，如表 3–5 所示。

表3–5　硫酸的密度和硫酸溶液的质量百分比浓度对照表

密度（g/cm^3）	1.01	1.07	1.14	1.22	1.30	1.40	1.50	1.61	1.73	1.81	1.84
质量百分比浓度（%）	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	98

想一想

浓溶液在加水稀释形成稀溶液后，溶液、溶质、溶剂三者的质量分别是增大、减小，还是不变？

我们已经知道把固体溶质溶解到水中时，可配制成相应的溶液。生活和生产中也常常需要将一种物质的浓溶液加水稀释成稀溶液，溶液在稀释前后所含溶质的质量是不变的。

【例 2】 配制 1000 mL 质量百分比浓度为 10 % 的稀硫酸，需要质量百分比浓度为 98 % 的浓硫酸多少毫升？

已知：$V_{稀硫酸} = 1000\ mL$，

$\omega_{稀硫酸} = 10\ \%$，

$\omega_{浓硫酸} = 98\ \%$。

求：$V_{浓硫酸}$。

解：查表得质量百分比浓度为 10 % 的硫酸溶液的密度为 1.07 g / cm3，质量百分比浓度为 98 % 的浓硫酸的密度为 1.84 g/cm^3。

根据密度公式 $\rho = \dfrac{m}{V}$，可得稀释前后溶液的质量。

$m_{前} = 1.84\ g/cm^3 \times V_{浓硫酸}$

$m_{后} = 1.07\ g/cm^3 \times V_{稀硫酸}$

$V_{稀硫酸} = 1000\ mL = 1000\ cm^3$

因为被稀释的溶液里溶质的质量在稀释前后是不变的，可得到：

$m_{前} \times 98\ \% = m_{后} \times 10\ \%$

$1.84\ g/cm^3 \times V_{浓硫酸} \times 98\ \% = 1.07\ g/cm^3 \times 1000\ cm^3 \times 10\ \%$

计算得：$V_{浓硫酸} = 59.3\ cm^3 = 59.3\ mL$。

答：配制 1000 mL 溶质的质量百分比浓度为 10 % 的硫酸溶液，需要溶质的质量百分比浓度为 98 % 的浓硫酸 59.3 mL。

想一想

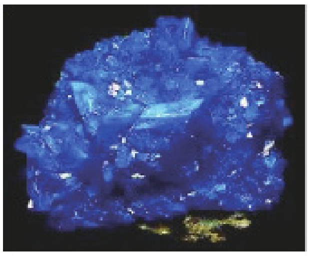
将浓溶液稀释配制成稀溶液时，所需加水的量该如何计算？

3.5 物质在水中的结晶

自然界中的水，不论是河水、海水、井水，还是湖水、江水，都是溶有多种物质的混合物。结晶是将这些物质从水中分离出来的一种常用方法。

3.5.1 识别晶体和非晶体

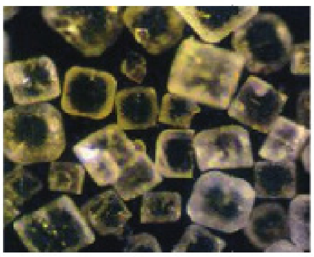
硫酸铜、云母、食盐都是晶体。请观察它们的形状，它们都是有规则几何外形的固体。不同的晶体一般具有不同的形状（图 3–15）。



硫酸铜晶体



云母晶体



食盐晶体

图3–15 不同晶体一般具有不同的形状

活动10

1. 收集我们身边的晶体和非晶体，与同学交流，比较它们的不同点。
2. 利用已学知识设计一个简单的实验，区别晶体和非晶体。

3.5.2 物质的结晶

蒸发饱和溶液中的溶剂或改变饱和溶液的温度时，溶液中就会析出晶体。

我们所吃的食盐晶体，大多数是从海水中提取的。人们把海水引入盐田，经过风吹日晒，水逐渐蒸发后，溶液变浓，最后食盐就会结晶析出。



图3–16 盐田

溶液中的溶质以晶体的形式从溶液中析出的过程，称为结晶。在上述活动中，我们用蒸发溶剂的方法使溶质结晶析出。

那么，除蒸发溶剂可析出晶体以外，还有其他方法吗？

活动 11

1. 配制一杯 70 ℃的硫酸铜饱和溶液。利用滴管吸取 1 滴硫酸铜饱和溶液，滴在凹穴玻片上，如图 3-17 所示。
2. 用放大镜或显微镜仔细观察有没有晶体出现。

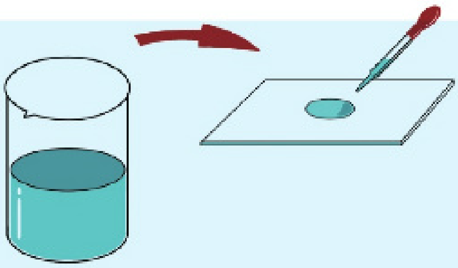


图 3-17 观察结晶

实验表明，用冷却热饱和溶液的方法也可得到晶体。

想一想

为什么冷却热饱和溶液可以得到晶体？

对溶解度受温度影响变化比较小的固体物质，一般用蒸发溶剂的方法获得晶体。而对溶解度受温度影响变化比较大的固体物质，一般用冷却热饱和溶液的方法获得晶体。

生产实践中，人们从水溶液中提取物质时，往往是将以上两种方法综合起来使用，也就是先通过加热使溶液浓缩（减少溶剂），再将溶液冷却（降低温度），使溶液中的溶质结晶析出。

通过结晶，可以把溶质从溶液中分离出来。因此，结晶也是分离混合物的一种方法。



图 3-18 通过蒸发和冷却后得到的食盐晶体

小档案

结晶水合物

有些物质的晶体里没有结晶水，如食盐、硝酸钾和硫酸钡。而很多物质都能生成结晶水合物，如胆矾（五水硫酸铜）和石膏（二水硫酸钙）。很多结晶水合物在室温下不太稳定，在干燥的空气里会失去部分或全部结晶水，产生风化现象。相反，有些晶体放在空气里，能自发吸收空气中的水蒸气，在它们的固体表面逐渐形成饱和溶液甚至稀溶液（如氯化钙、氯化镁和氢氧化钠），这就是潮解现象。

本章提要

1. 悬浮液、乳浊液不稳定，静置一段时间后会分层，而溶液则是均一、稳定的混合物。
2. 溶质可以是固体、液体或气体，而溶剂一般是液体。当溶剂中的固体颗粒达到一定大小时，就形成胶体溶液。丁达尔现象是区别胶体溶液和真溶液最简便的方法。
3. 水作为万能溶剂在生活中具有重要作用。许多物质都能溶解在水里形成溶液，许多化学反应也都要在水溶液中才能进行。
4. 一些不能溶解在水里的物质，它们有可能会溶解在有机溶剂里。日常生活中常用的有机溶剂有酒精、汽油、丙酮等。
5. 物质的溶解能力，常用溶解度来表示，其数值越大，表明物质的溶解能力越大。固体物质在不同温度时的溶解度可以用溶解度曲线表示。大多数固体物质的溶解度随温度的升高而增大。
6. 判断一溶液是否饱和的方法是：在温度不变时，若其溶质不能继续溶解，则原溶液为该温度下的饱和溶液；若其溶质还能继续溶解，则原溶液为不饱和溶液。
7. 晶体是有规则几何外形的固体，不同的晶体一般具有不同的形状。从饱和溶液中获得晶体可以有两种方法：一种方法是蒸发溶剂结晶；另一种方法是使热饱和溶液冷却结晶。
8. 结晶是分离混合物的一种方法，通过结晶，可以把溶质从溶液中分离出来。

练 习 题

一、选择题

1. 以下是一些关于溶液的说法：①无色、②混合物、③化合物、④均一、⑤稳定、⑥各部分性质相同。其中正确的是（　　）。

A. ①③④⑤　　B. ②④⑤⑥　　C. ①②④⑤　　D. ①③⑤⑥

2. 鉴别胶体溶液和溶液可以采取的方法是（　　）。

A. 蒸发　　B. 从外观观察

C. 稀释　　D. 利用丁达尔现象检验

3. 一定温度下使固体物质的饱和溶液变为不饱和溶液，肯定能成功的方法是（　　）。

A. 增加溶质　　B. 增加溶剂

C. 升高温度　　D. 降低温度

4. 下列说法正确的是（　　）。

A. 饱和溶液一定是浓溶液，不饱和溶液一定是稀溶液

B. 某溶质的饱和溶液所含的溶质的质量，一定比该溶质的不饱和溶液所含的溶质质量多

C. 一定温度下，某饱和溶液不会再溶解任何物质

D. 在一定温度下，将饱和溶液中的水蒸发一部分，剩余溶液一定还是饱和溶液

5. 10℃时，将2杯硝酸钾饱和溶液分别加热蒸发掉20 g水后，冷却到原来温度，各析出晶体a g和b g，则a和b的关系是（　　）。

A. $a>b$　　B. $a<b$　　C. $a=b$　　D. 无法计算

二、简答题

1. 根据溶解度曲线（图3-19），回答下列问题：

（1）t_1℃时三种物质溶解度由大到小的顺序为＿＿＿＿＿＿＿＿。

（2）t_2℃时溶解度相等的是＿＿＿＿＿，A物质的溶解度是＿＿＿＿＿g。

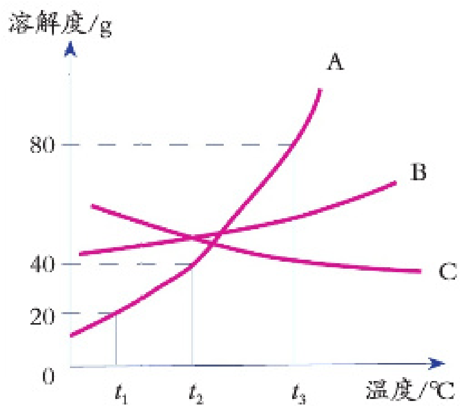


图3-19

（3）t_3℃时100 g 水配成A物质的饱和溶液，由t_3℃降温到t_2℃时，将析出溶质________g。

（4）A、B、C三种接近饱和的溶液，欲使其饱和，可以采取的方法分别是：A________，B________，C________。

2. 在4个盛有半杯水的玻璃杯中分别加入少量黄酒、食盐、菜油和面粉，搅拌后静置片刻。

（1）分别指出哪些物质能溶解在水中。

（2）指出这4种混合物各属于哪一类（溶液、悬浮液、乳浊液）。

（3）分别说明将这4种液体静置一天后它们将产生的变化。

3. 中国有许多盐碱湖，湖水中溶有大量的氯化钠和纯碱，那里的农民冬天捞碱（图3-20）、夏天晒盐，试用你学过的知识说明其中的道理（不同温度下相关溶解度数据见表3-6、3-7）。



图3-20 工人在盐碱湖中捞碱

表3-6 氯化钠在不同温度下的溶解度

温度（℃）	0	10	20	40	60	80	100
氯化钠（g）	35.7	35.8	36	36.6	37.3	38.4	39.8

表3-7 纯碱在不同温度下的溶解度

温度（℃）	0	10	20	30	……	90
纯碱（g）	7.1	12.5	21.5	38.8	……	43.9

4. 不断地加热一杯不饱和食盐水，蒸发其中的溶剂，该溶液将发生怎样的变化？说说为什么。

三、计算题

1. 在一定温度时，食盐饱和溶液的质量是12 g，把它蒸干后，得食盐2.4 g，计算该溶液的质量百分比浓度是多少。

2. 实验室需要配制质量百分比浓度为10%的盐酸500 mL，需要质量百分比浓度为38%盐酸多少毫升（已知10%盐酸的密度是1.047 g / cm^3，38%盐酸的密度是1.19 g / cm^3）？

第二单元

大　气

第4章 大气的压强

学习目标

1. 感受大气压的存在。
2. 能用粒子运动观点说出气体压强的成因。
3. 知道水银气压计和空盒气压计的构造和原理。
4. 知道标准大气压的数值。
5. 知道大气压强与海拔的关系。
6. 知道影响气压的因素。
7. 知道大气压的变化及其对生活的影响。
8. 知道气压知识在现代生活中的应用。
9. 知道使用桶装石油气的安全措施。



本章概念图

- 大气的压强
  - 大气压的存在
  - 气压的成因
  - 大气压的测定
    - 水银气压计
    - 标准大气压
    - 空盒气压计
  - 大气压的变化
    - 大气压与海拔的关系
    - 大气压对人体的影响
    - 大气压对天气的影响
    - 液体沸点与气压的关系
    - 气体压强与体积的关系
    - 气体压强与温度的关系
  - 大气压的应用
    - 真空压缩袋
    - 吸尘器
    - 桶装煤气的安全使用

4.1 大气压的存在

如果把笼罩着地球的大气层比作海洋的话，我们就生活在大气海洋的底部。生活在海洋中的鱼类会受到水的压强，那么大气是否也会对我们产生压强呢？

4.1.1 大气压的存在

活 动 1

1. 在玻璃杯里盛满水，在杯口覆盖一张硬纸片。用手托住纸片，把杯子倒转过来。将手移开后，观察水是否会流出来，并解释观察到的现象。
2. 用吸管吸牛奶盒内的牛奶，当牛奶吸完后若继续吸，牛奶盒会发生什么变化？请对观察到的现象作出解释。



图4-1　覆杯实验



图4-2　牛奶盒的变化

大量现象表明，大气会从各个方向对处于其中的物体产生压强。大气的压强简称大气压（atmospheric pressure）。

想一想

1. 如图 4-3 所示，杯中的饮料为什么能够通过吸管进入口中？
2. 如图 4-4 所示，带有挂钩的吸盘为什么能牢牢地贴在墙面上？



图4-3　吸饮料



图4-4　紧贴在墙面上的吸盘

早在 1654 年，德国马德堡市市长奥托·格里克（Otto von Guericke，1602–1686）就在马德堡市公开表演了一个著名的实验。他将两个直径为 30 多厘米的空心铜半球紧贴在一起，用抽气机抽出球内的空气，然后让马向相反的方向拉两个半球。直到两边的马各增加到 8 匹时，才把两个半球拉开。这个实验说明了什么？

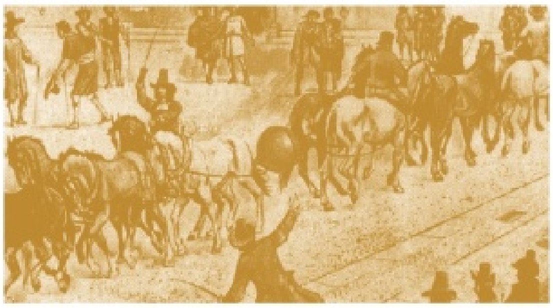


图4-5　马德堡半球实验

活动 2

如图4-6，将两个吸盘压在一起，用双手尝试将它们拉开。



图4-6

小档案

吸盘——动物身上的马德堡半球

马德堡半球实验有力地证实了大气会产生很大的压强。你是否知道，不少动物身上的吸盘也具有马德堡半球的功能？

我们有时可以看到苍蝇倒立在天花板上爬行，即使天花板是光滑的玻璃，苍蝇为什么不会从天花板上掉下来呢？这是为什么呢？原来，苍蝇脚的末端有一个弯曲的爪，爪掌中有一些吸盘。这种吸盘由环状肌构成，呈碗状。

当苍蝇腿上的肌肉收缩时，吸盘自然缩小；当碰到天花板时，再放松肌肉。由于吸盘内部没有空气，在大气压的作用下，苍蝇的脚就紧紧地扣在天花板上。

章鱼、墨鱼等软体动物的触手上也有许多吸盘。当用手去抓活的章鱼时，你可以感受到章鱼触手的吸附作用。章鱼和墨鱼就是利用这些吸盘在水下附着物上行走或获取猎物的。

你还知道哪些动物身上也有吸盘？



图4-7 章鱼触手上的吸盘



图4-8 雨中撑伞

4.1.2 气体压强的成因

想象一下你在雨中撑着雨伞时的感受。虽然雨滴打在伞面上是不连续的，但由于雨滴很密集，你感受到的是伞面受到一个大小恒定的向下压力。

活动 3

1. 在台秤上方约 10 cm 处释放一颗豆粒，使它落到秤盘上，观察秤的读数的变化。
2. 从相同的高度把 100 颗或者更多的豆粒连续撒在秤盘上（如图 4-9），观察秤的读数的变化。
3. 在单位时间内释放更多的豆粒，观察秤的读数的变化。

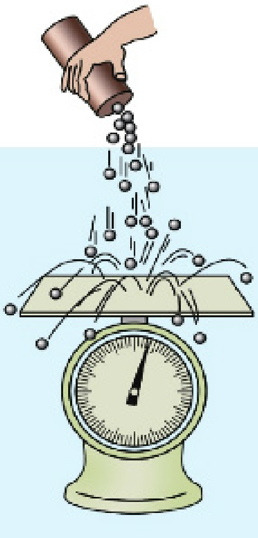


图4-9 模拟气体压强

在上述实验中，虽然豆粒对秤面的撞击是不连续的，但数量众多的豆粒的撞击，却会使秤面受到一个持续的压力。

类似地，由于构成气体的大量粒子永不停息地做无规则运动，这些运动的粒子对处在其中的表面的撞击，就会对表面产生一个持续的压力。气体的压强就等于单位面积受到的气体的这个压力。相同时间内撞击器壁的粒子越多，撞击器壁的粒子速度越大，器壁受到的压强就越大。

想一想

如图4-10所示为马德堡半球抽气前后球内外气体粒子的状态，由图说明：为什么抽气后，两个半球会紧紧地合在一起？

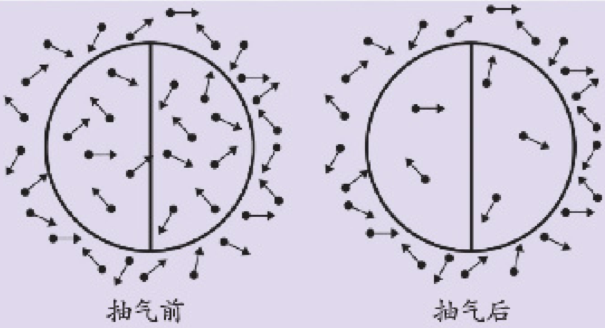


图4-10　解释马德堡半球实验

4.2　大气压的测定

马德堡半球实验表明，大气压的数值很大。但大气压究竟有多大？我们能够用什么方法测定大气压的数值呢？

4.2.1　水银气压计

在长约 1 m、一端封闭的玻璃管里灌满水银，将管口堵住，然后倒插在水银槽中，放开堵管口的手指时，管内水银面会下降一些，之后就不再下降了（图 4-11）。

注意！水银有毒。

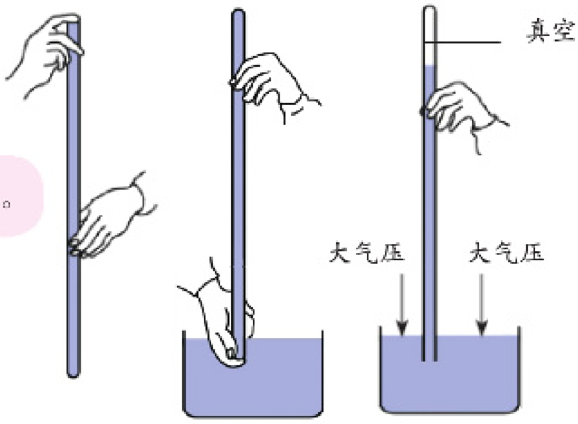


图4-11　托里拆利管



图4-12　托里拆利

玻璃管内水银面的上方是真空，而管外大气压支持着玻璃管内的水银柱。由此可知，管外大气压的数值恰好等于管内高出的一段水银柱所产生的压强。意大利物理学家、数学家托里拆利（Evangelista Torricelli，1608–1647）就是采用这种方法，第一次精确地测出大气压的数值。所以，图 4–11 的装置也被称作托里拆利管。

测量大气压的水银气压计（图 4–13）就是利用托里拆利管制造出来的。气压计上水银柱的高度为多少毫米，则大气压的数值就是多少毫米汞柱（mmHg），1 mmHg = 133 Pa。

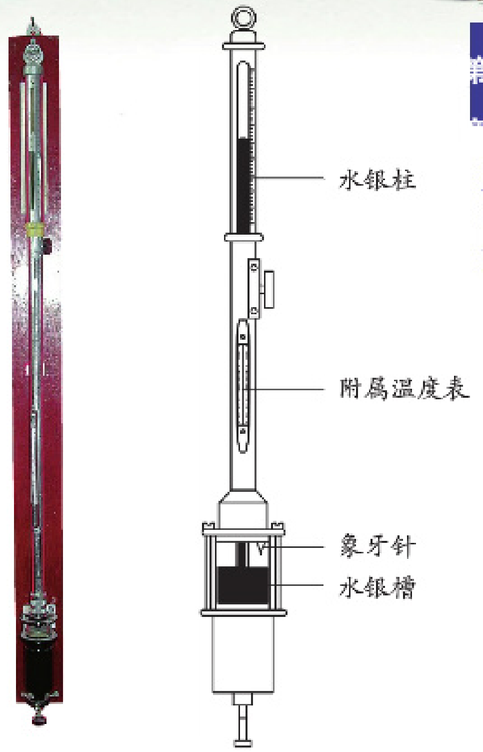


图4–13　水银气压计的外形和结构

想一想

水银气压计虽能够精确地测出大气压的大小，但它存在什么缺点？

4.2.2　空盒气压计

大气压的大小也可以用空盒气压计（aneroid barometer）测量。空盒气压计也称无液气压计，其外形及内部结构如图 4–14 所示。空盒气压计中有一个密封的金属盒，这个金属盒对大气压的变化十分敏感。当大气压变化时，金

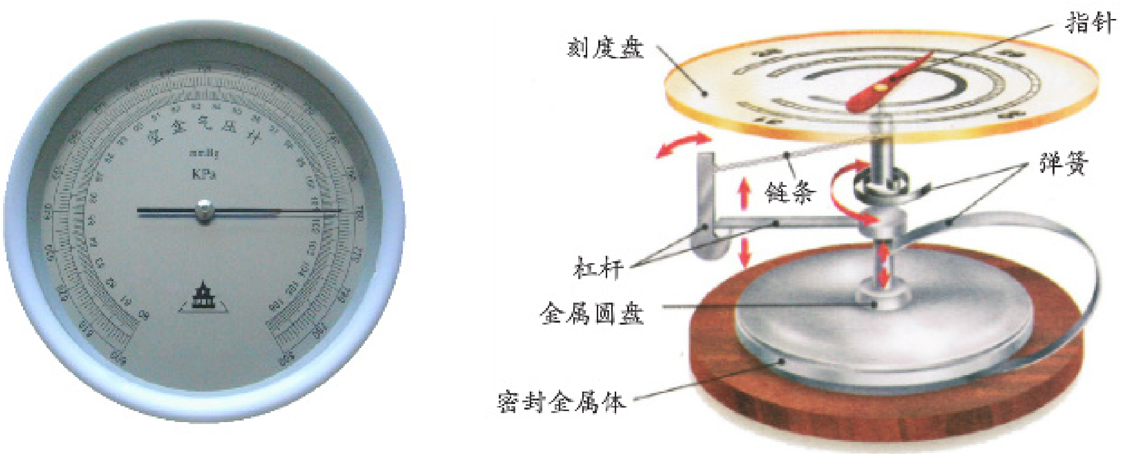


图4–14　空盒气压计的外形和内部结构

属盒的薄壁就向里凹进，或向外凸出。金属盒形状的改变会通过传动装置，带动指针的转动。

活 动 4

1. 将空盒气压计放入玻璃真空罩内，记下气压计的读数：________。
2. 用抽气机将玻璃罩内的空气抽出一些，气压计的读数将 ______。
3. 把空气放入一些到玻璃罩内，气压计的读数将 ______。



图4-15 观察气压的变化

用空盒气压计测量大气压虽然不如水银气压计精确，但由于其体积小，携带方便，所以更实用。飞机、轮船上使用的气压计都是空盒气压计。

4.2.3 标准大气压

在海平面附近，大气压的数值接近于 1.01×10^5 Pa（即 760 mmHg），通常把这个大气压称为标准大气压（standard atmosphere）。标准大气压与 760 mm 高的水银柱产生的压强相等，其数值之大，相当在 1 cm^2 的面积上施加约 10 N 的压力。

想一想

1. 10 cm 高的水柱产生的压强约为 1000 Pa，那么，标准大气压相当于多高的水柱产生的压强？由此说说液体气压计里为什么装水银，而不装其他液体。
2. 你的手掌大约有多大的面积？在标准大气压下，你的手掌受到大气的压力有多大？你怎么能够承受这个压力？



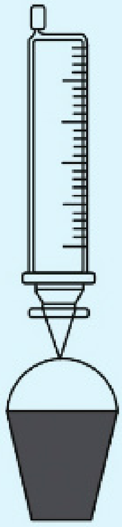
图4-16 手掌受到大气的压力

我们的身体被大气包围为什么没有被大气压瘪，甚至没有受压的感觉？这是因为人的体内也有压强，它抗衡着体外的大气压，此外还与人对环境的适应有关。

利用简单的器材，我们可以方便地粗略测出大气压的数值。

活动5

1. 取1个50 mL的注射器，在活塞上涂一些润滑油，将它推到顶部。用涂有少许凡士林的眼药水瓶的橡皮帽将注射器口封闭。
2. 用手竖直握住注射器，在注射器活塞颈部挂上1只小桶（图4-17），并在桶内逐渐加沙，直至活塞开始下滑。
3. 测出桶和沙的总质量 m，量出注射器上0～50 mL刻度线之间的距离 L（单位取m）。由公式
   $A=\dfrac{50\times10^{-6}}{L}$ (m^2)计算活塞的横截面积。
4. 用公式 $P=\dfrac{F}{A}=\dfrac{mg}{A}$ (Pa)计算大气的压强。


图4-17 粗测大气压

4.2.4 制作简易气压计

利用身边的一些器材，可以制作一个简易的气压计。你可将这个气压计放在家里远离温度变化的地方，观察气压的变化。

活动6

准备器材：橡皮泥、胶水、铅笔、刻度尺、大气球、卡纸条（10 cm×25 cm）、剪刀、透明胶带、广口玻璃瓶、橡皮筋、吸管（12～15 cm）。

制作步骤（参见图4-18）：

1. 剪掉气球的吹气口，把气球囊蒙在玻璃瓶口上并拉紧，用橡皮筋绑紧。
2. 在气球的顶部中心点少许胶水，把吸管的一端粘在胶水上，另一端伸出玻璃瓶几厘米，作为指针。
3. 等待胶水干燥的同时，把卡纸条纵向折叠，在卡纸条上每隔0.5 cm画一条线，并在顶部写上“高压”，底部写上“低压”。

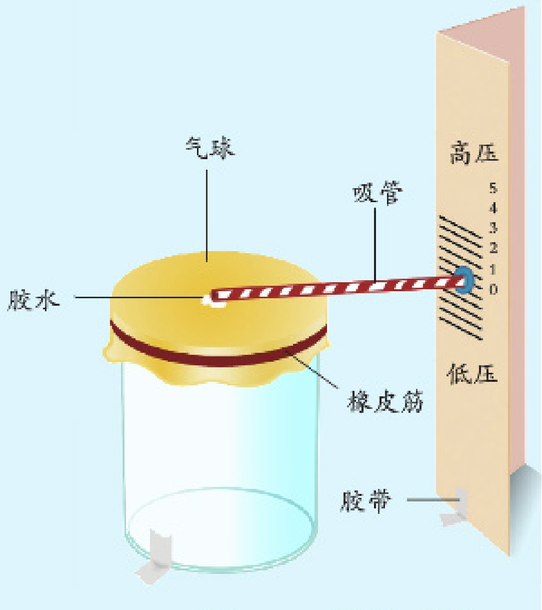


图4-18 简易气压计

4. 等胶水干了以后，在吸管的末端粘上豌豆大小的橡皮泥。把卡纸放在合适的位置，使吸管的末端尽量靠近卡纸刻度线，并固定好。这就做成了一个简易的气压计。

4.3　大气压的变化

气象台每天都要测量和报告大气压的大小（图 4–19），这是因为大气压经常在变化。大气压的变化与我们的生活息息相关。

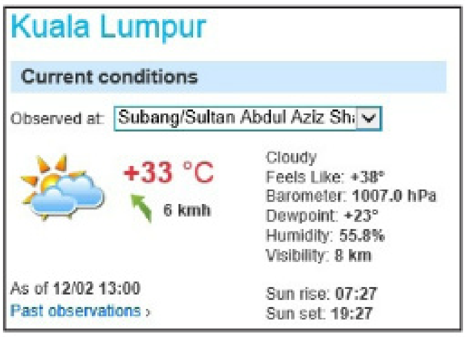


图4–19　网上公布的某地天气预报

4.3.1　大气压随海拔的变化

如果你在京那峇鲁山上朝山顶方向跑，很快就会气喘吁吁。但如果你在山脚做同样的事，呼吸却不会如此急促。这是因为覆盖着地球的大气层，它的密度是不均匀的。海拔越高，空气越稀薄。虽然在山上和山脚，空气中氧气的百分比含量是一样的，但由于高山上空气比较稀薄，你每次吸入的氧气量也相对较少。

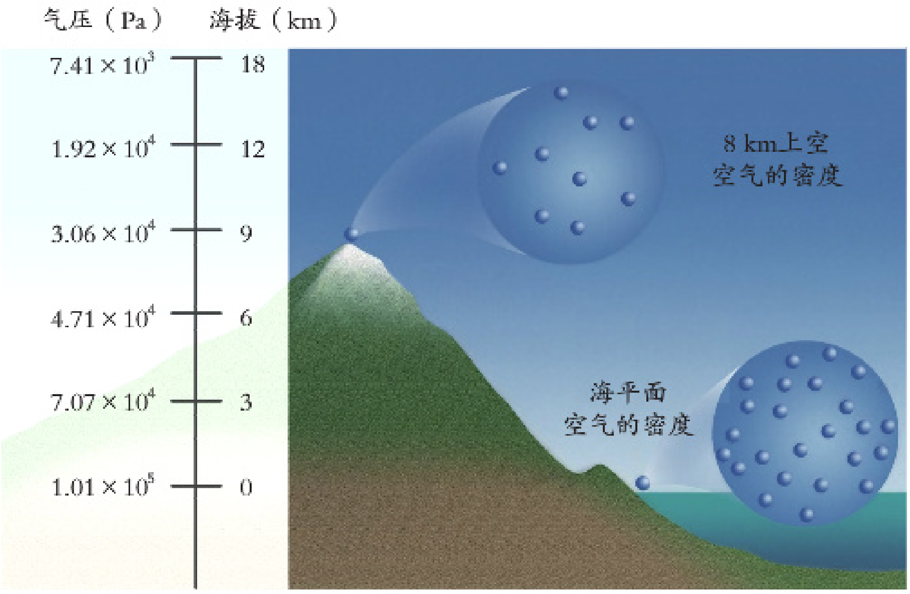


图4–20　大气密度和压强随高度的变化

正因为大气层的密度随海拔而变化，所以大气的压强也会随着海拔的变化而变化，海拔越高，大气压越小。在海拔为 2000 m 的范围内，每升高 12 m，大气压约减小 133 Pa（1 mmHg）。在高层建筑中升降的电梯内，或在快速升降的飞机里，人耳会有不舒适的感觉，就是大气压强随海拔发生变化而引起的。

想一想

你认为图4-14的空盒气压计能作为一个高度计吗？如果高度计的指针沿顺时针方向转动，表明你所在的高度如何变化？

4.3.2 大气压对人体的影响

大气压的变化对人体会产生一定的影响。在晴朗的天气，人的心情通常比较舒畅；而在阴雨天，却往往感到疲倦和心情不宁。其中一个重要的原因是：晴天的气压较高，阴雨天的气压较低。

人体对大气压的变化有一个逐步适应的过程。如果在短时间内气压变化较大，人体来不及做出相应的调节，就会出现一些不适症状。如生活在平原地区的人突然进入高原地区，会因大气压减小和缺氧等原因，产生头晕、头痛、耳鸣，甚至恶心、呕吐等高原反应。同样，生活在高原地区的人突然进入低海拔的平原地区之后，也会产生不良的低原反应。

正常情况下，人皮肤内外侧受到的压强是相等的。当皮肤外侧的局部压强减到很小时，体内外的压强差会使该部位的皮肤向外凸出，同时体内的血液也会聚集到该部位皮肤的毛细血管中，使皮肤充血。中医的拔罐疗法（图4-21）就应用了这一原理，以求达到促进循环、疏通经络的目的。

由于大气压的变化会对人体造成影响，所以飞机在高空飞行时，机舱内必须增压。同样，因为太空的真空环境中压强几乎为零，对人来说是致命的，所以，航天员在太空行走时，必须穿上内部加压的航天服（图 4-22）。



图4-21 拔火罐



图4-22 航天员太空行走

4.3.3 大气压对天气的影响

虽然大气压会随海拔的增大而减小，但在同一高度，不同区域的大气压也不一定相同。我们把相同高度气压较高的区域叫做高压区，气压较低的区域叫做低压区。研究表明，大气压的变化跟天气有着密切的关系。近地面高压区中心的空气从上往下流动，天气晴朗，空气干燥；低压区中心的空气从下往上流动，天空多云，常形成阴雨天气。

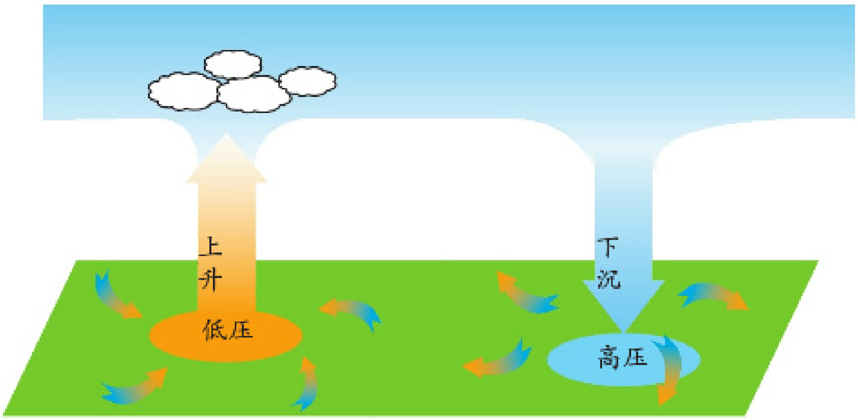


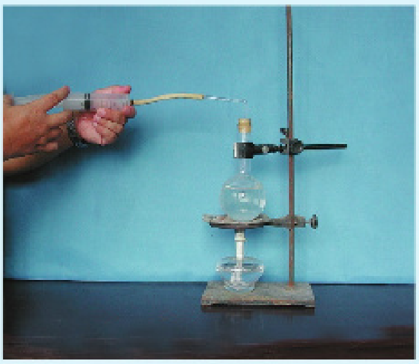
图4-23 高气压区和低气压区的气流运动（北半球）

4.3.4 气压对液体沸点的影响

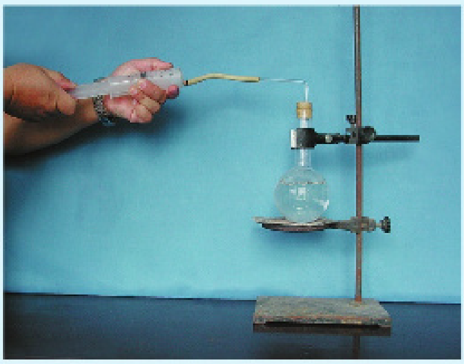
你是否知道，在高山上，用普通的锅很难把饭煮熟？这是什么原因造成的呢？有什么办法可以解决这一问题呢？

活动 7

1. 用酒精灯将烧瓶中的水加热至沸腾（图 4-24a），再用注射器向烧瓶内充气，使瓶内的气压增大。这时，水将停止沸腾。
2. 如图 4-24b，撤去本生灯，待水温稍降一些，用注射器抽出烧瓶里的空气，使瓶内的气压降低。这时，水又沸腾起来。



a



b

图4-24 研究液体的沸点与气压的关系

大量实验表明：气压的大小会对液体的沸点造成影响，当气压增大时，液体的沸点会升高；当气压减小时，液体的沸点会降低。

表4-1 水在不同气压下的沸点

气压（mmHg）	1520	787.7	760	707	657	611	567	525.5	487	450
沸点（℃）	120.6	101	100	98	96	94	92	90	88	86

家里煮食物的压力锅就是利用液体的沸点随气压的增大而升高的原理制成的。压力锅锅盖内侧的边缘嵌有一个橡胶圈，以保证压力锅有良好的密闭性，使锅内能获得大于外界大气压的压强。当外界大气压为 1×10^5 Pa 时，一般家用压力锅的工作压强接近 2×10^5 Pa，锅内水的沸点在 120℃左右。所以，用压力锅既可以保证在高原低压地区将食物煮熟，还可以提高烧煮的速度，节省燃料。

注意：压力锅的使用有比较严格的要求，如果违反操作要求，容易造成危险。



图4-25 压力锅

小档案

“联盟11号”飞船的重大事故

航天事业是人类一项伟大的事业，也是一项高风险、需要人们勇于献身的事业。1971年6月6日，苏联发射了载有多勃罗沃尔斯基、帕查耶夫和沃尔科夫三位航天员的“联盟11号”飞船。飞船成功地实现了与“礼炮1号”空间站的对接，航天员顺利进入空间站。在轨运行24天后，飞船于6月29日返回。然而在返回途中，返回舱和轨道舱分离后，返回舱的压力阀门被震开，密封性能被破坏，空气泄露，舱内气压迅速下降，致使航天员因急性缺氧、体液沸腾而死亡。虽然返回程序正常，返回舱也降落在预定着陆区，但当人们打开舱门时，看到的却是未穿航天服的3名航天员的遗体。



图4-26 在“联盟11号”遇难的三名航天员

4.4 气体压强与体积、温度的关系

处于水下的海豚向外吐出了一串气泡（图 4–27），这些气泡在水中上升的过程中，体积会越来越大。为什么气泡的体积会随着深度的减小而增大呢？

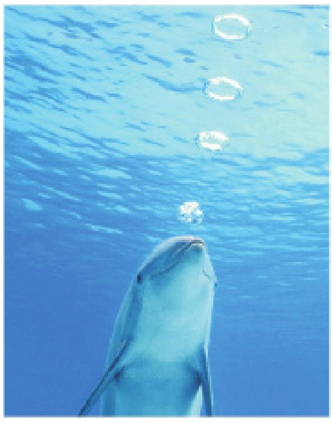


图4–27 海豚吐泡泡

4.4.1 气体压强与体积的关系

活动 8

1. 把注射器的活塞推至注射器筒的中部，用手指堵住前端小孔，这样就在注射器内封住了一定质量的空气。
2. 缓慢地向筒内推活塞，使筒内空气的体积逐渐减小，你的手将感到越来越费劲。释放推活塞的手后，可见活塞将回到原来的位置。
3. 缓慢地向外拉活塞，使筒内空气的体积逐渐增大，你的手也将感到越来越费劲。释放拉活塞的手后，可见活塞也将回到原来的位置。



图4–28 气压随体积变化的实验

大量实验表明，气体压强与体积的关系是：在温度不变时，一定质量的气体，体积越小，压强越大；体积越大，压强越小。

想一想

你能用粒子运动的观点解释气体压强与体积的关系吗？

气体压强与体积的关系在实际中具有广泛的应用。脚踏车打气筒、抽气机、空气压缩机等机械，都是利用这一关系工作的。

如图 4-29 所示的是抽气机的结构，当转轮转动带动活塞向上移动时，气缸内的气体体积增大，压强减小。此时出气阀紧闭，被抽容器中的气体推开进气阀进入气缸中。当转轮转动带动活塞向下移动时，气缸内气体体积减小，压强增大。此时进气阀紧闭，压缩空气将推开出气阀进入大气中。 如此循环往复，容器中的气体将不断地被抽出。

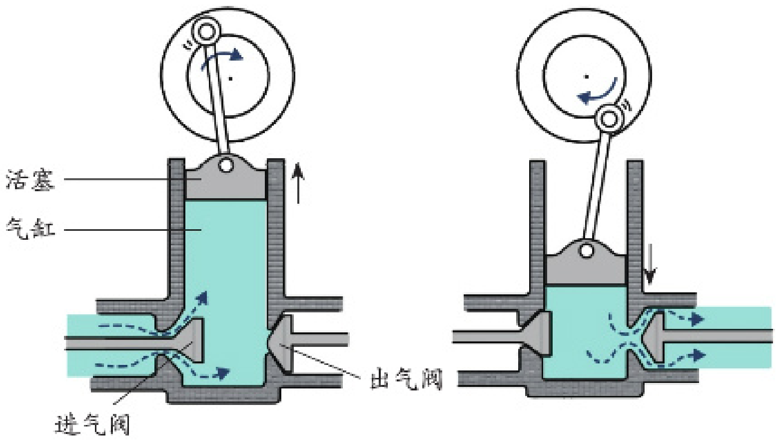


图4-29　抽气机的结构和工作过程

想一想

如果要将图4-29的抽气机改造成空气压缩机，需要做怎样的改变？

4.4.2　气体压强与温度的关系

活 动 9

1. 剥去熟鸡蛋的蛋壳。取一只瓶口略小于鸡蛋的玻璃瓶，倒入热水后，手用毛巾垫着拿起瓶子摇晃片刻。
2. 倒出瓶内的水，将鸡蛋放在瓶口（图 4-30）。随着瓶内气体温度的降低，鸡蛋将被吞入瓶内。
3. 再将瓶子倒立，让鸡蛋堵住瓶口，用热毛巾捂住瓶壁，鸡蛋将从瓶口吐出。



图4-30　吞蛋和吐蛋实验

大量实验表明，一定质量的气体，在体积不变的条件下，其压强会随温度的降低而减小，随温度的升高而增大。

气体压强随温度的变化而变化的现象在生活中十分常见。例如，气体的热胀冷缩现象，就是气体的压强随温度而变化引起的。因为一定质量的气体，在温度升高时压强会增大，使得气体的压强大于外界的压强，它才会向外膨胀。反之，气体温度降低时压强会减小，使得气体的压强小于外界的压强，它才会向内收缩。

小档案

为什么开冰箱有点费劲？

当你打开电冰箱门时，手会感觉到有点费劲。你可能会认为，这是因为冰箱门上安装有磁铁，是磁力引起的。其实，这只说对了一半。还有一个重要的原因是：打开冰箱门时，冰箱里的冷空气出来，外面的常温空气进到里面。冰箱门重新关上后，将这股“热”空气也关在里面。如果冰箱门的密闭性良好，这些“热”空气冷却后，压强就会降低。设冰箱门长60 cm，宽50 cm，其面积为0.3 m^2。冰箱内、外部的气压只要相差0.5%，打开冰箱门就要克服150 N的阻力。



图4-31　电冰箱

4.5　气压在生活中的应用

气压不但与我们朝夕相伴，而且在生活中有着广泛的应用。只要你留心观察，就会发现我们周围有许多生活用品是利用气压工作的。

4.5.1 真空压缩袋

存放棉被、枕头等物品要占用很大的空间。利用真空压缩袋，把这些物品放在袋里后，抽出袋内的空气，外界的大气压就会把厚厚的物品压扁。这样不但可以省去许多储存空间，而且由于袋内没有空气，还具有防霉、防蛀、防菌、防潮、防异味等功能。

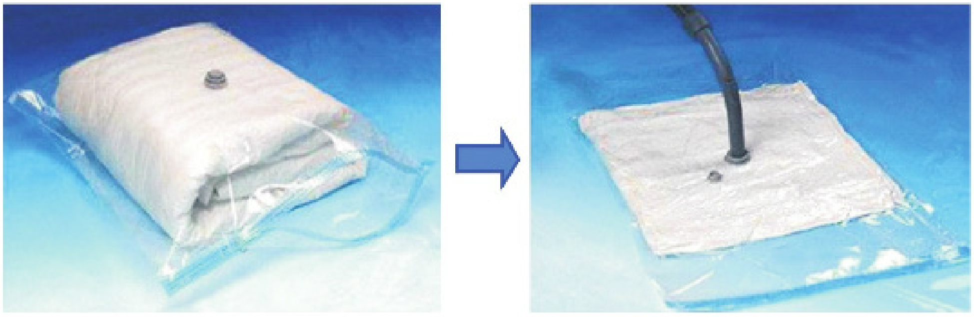


图4-32 用真空压缩袋保存物品

4.5.2 吸尘器

吸尘器作为一种现代化的清洁工具，可以减轻人们的体力劳动，已广泛用于酒店和家庭等场所。吸尘器工作时，会将里面的空气排出，使里面形成一个低压区。这样，外界的空气就会在大气压的作用下，带着尘垢从吸尘器的地刷进入。在内部经过过滤后，尘垢留在里面，空气再从吸尘器排出。

想一想

你能根据吸尘器的功能，说说吸尘器内有哪些器件吗？

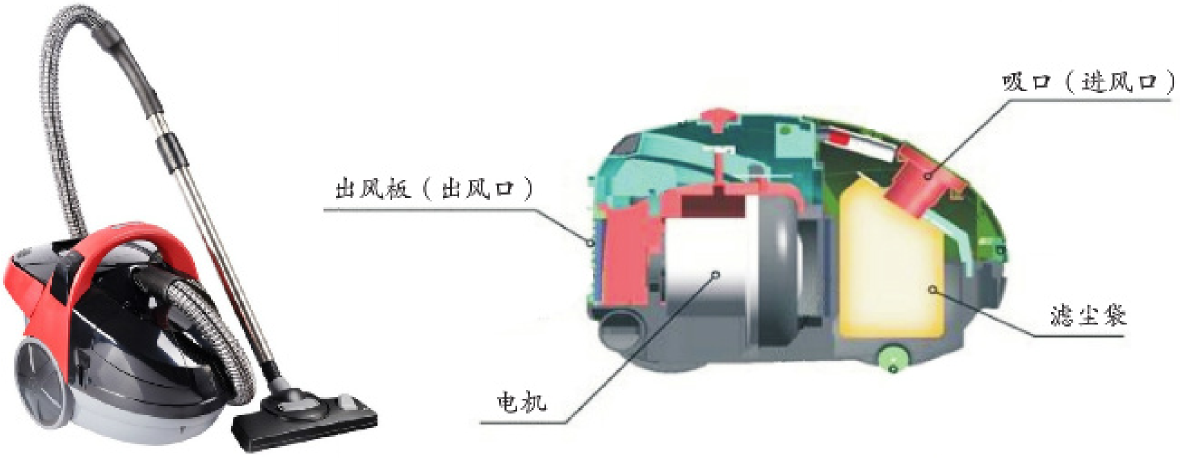


图4-33 吸尘器的外形和内部结构

小档案

离心式水泵

在田间地头，常可以看到被称为离心式水泵的抽水机械（图4-34），它是怎样将低处的水抽往高处的呢？

如图4-35，离心式水泵的主要部件是泵壳和装在泵壳里的叶轮。水泵起动前，要向泵壳里灌满水。在动力机的带动下，叶轮高速旋转时，泵壳里的水会随叶轮一起旋转。就像旋转雨伞会把伞面上的雨水甩出一样，泵壳里的水会被旋转的叶轮甩到出水管里。水被甩出时，转轴附近就形成了一个低压区，外面的水就在大气压的作用下，推开底阀通过进水管进入泵壳。进来的水又被叶轮甩到出水管中……如此循环进行，水就源源不断地从低处被抽到高处了。

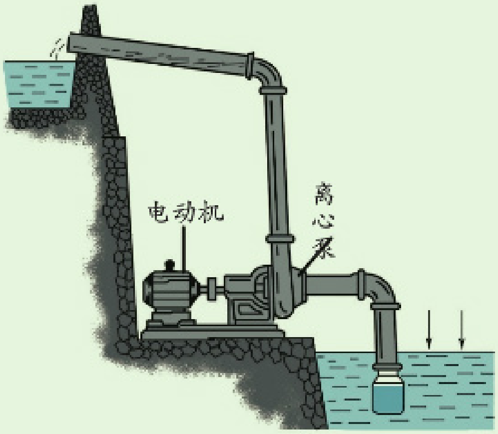


图4-34　离心式水泵抽水

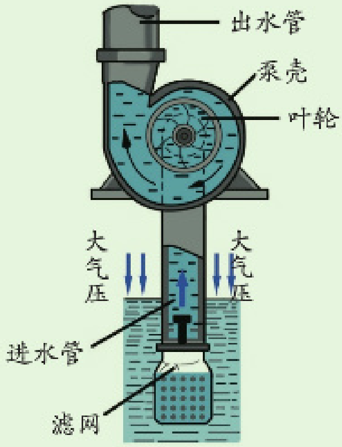


图4-35　离心式水泵结构

想一想

说说你还知道哪些生活用具是利用大气压工作的，与同伴交流。

4.5.3　桶装石油气的安全使用

目前，许多家庭都使用桶装石油气（图 4-36）。石油气桶内装的是经过加压而液化的石油气，而在桶内的上部，则是液化石油气因蒸发而产生的气态石油气。这些气态石油气的压强比外界空气的压强要大，所以，当打开石油气桶的阀门后，桶内的气态石油气就会向外释放出来。


图4-36　桶装石油气

媒体上时有报道某处石油气泄漏，造成重大危害的消息。为了安全，在使用桶装石油气时，我们应当注意：

（1）经常检查石油气桶的阀门、炉灶开关、导管是否有漏气现象。

（2）避免石油气桶倒置或平躺。

（3）石油气桶不能在阳光下暴晒，不能用火烤的方法加热，严禁自行处理桶内的残液。

（4）当发生石油气泄漏时，不能打开电灯开关，或产生明火。

本章提要

1. 大气会朝各个方向对处于其中的物体产生压强。
2. 气体的压强是由构成气体的大量粒子对器壁的撞击而产生的。相同时间内，对单位面积的器壁撞击的粒子越多，粒子对器壁撞击的速度越大，气体的压强就越大。
3. 测量大气压的仪器叫做气压计。气压计有水银气压计和空盒气压计。
4. 海拔越高的地方，大气压强越小。标准大气压的值为1.01×10^5 Pa，它相当于760 mm高水银柱产生的压强。大气压的变化对天气和人体都会造成影响。液体的沸点会随压强的增大而升高。
4. 一定质量的气体，当温度不变时，其压强会随体积的增大而减小；当体积不变时，其压强会随温度的升高而增大。
5. 真空压缩袋、吸尘器等都是利用大气压来工作的。
6. 使用桶装石油气时要注意安全，以免造成灾害。

练 习 题

一、选择题

1. 一台彩色电视机屏幕的面积约为0.25 m^2，屏幕受到的大气压力最接近（　　）。

A. 2.5×10^6 N　　B. 2.5×10^4 N

C. 2.5×10^2 N　　D. 2.5 N

2. 如图4-37所示，把装满水的瓶子浸入水中，口朝下放置。将瓶子慢慢向上提起，当瓶子有一部分已从水中提出，但瓶口还没有离开水面时（　　）。
   A. 瓶中的水将全部流出，瓶子变成空的
   B. 瓶中的水不流出，瓶中仍充满水
   C. 露出水面的那段瓶子是空的，浸在水面下的那段瓶子有水
   D. 无法确定瓶内是否有水

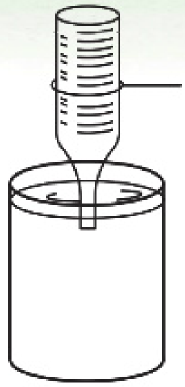


图4-37

3. 中医常用一种“拔火罐”的方法治疗身体疼痛。拔火罐时，用火将小罐里的空气加热，然后将罐子扣在病人身体相应的部位，罐子就会吸附在皮肤上。将罐子取掉之后，可观察到皮肤上被拔的部位留下圆圆的红印。上述事实（　　）。
   A. 只说明大气有压强
   B. 只说明人体内部有压强
   C. 既说明大气有压强，又说明人体内部有压强
   D. 既无法说明大气有压强，又无法说明人体内部有压强

4. 在制药时，为了从溶液中提取抗菌素，要用加热的方法使水沸腾而除去水分，但抗菌素不能在超过 80℃的温度下提取，应采用的方法是（　　）。
   A. 增大容器内的气压，以降低水的沸点
   B. 降低容器内的气压，以降低水的沸点
   C. 缩短加热的时间
   D. 用微火加热，使水缓慢沸腾

5. 池塘底部的一个气泡，在水中上升的过程中（不考虑温度的变化），气泡内的气体将出现什么变化？（　　）。
   A. 压强增大，体积增大　　B. 压强增大，体积减小
   C. 压强减小，体积增大　　D. 压强减小，体积减小

6. 下列各项不属于利用大气压的实例是（　　）。
   A. 塑料挂衣钩能贴在墙上挂衣物
   B. 注射器能把药液注入肌肉内
   C. 真空包装的食品袋被压得紧紧的
   D. 用吸管能吸取敞口瓶内的饮料

二、简答题

1. 取一只瓶口比嘴巴略大的瓶子，嘴巴对着瓶口吸气，瓶子会贴在嘴巴上。试解释这个现象。

2. 在海拔2000 m的范围内，每升高12 m，大气压约减小133 Pa。吉隆坡双峰塔高度为452 m，当地面的压强为1.01×10^5 Pa时，双峰塔顶部的大气压约为多大？

3. 小亮到云顶旅游，在山顶上他喝了半瓶的矿泉水。当汽车开到山脚时，发现矿泉水瓶的瓶身凹进去了（图4-38）。怎样解释这一现象？



图4-38

4. 在核电站的“心脏”——核反应堆中，核燃料释放出来的能量是用水来吸收的。有一种称为压水堆的核反应堆中，为了提高水的传热效率，要求水的温度即使高于300℃也不沸腾。要达到这样的要求，你认为应该采取怎样的措施？

5. 大气压的大小跟天气有一定的关系，通常情况下，阴雨天的大气压比晴天的大气压要__________些。

6. 如图4-39，用吸管插马铃薯，如果吸管的上口不堵住，吸管只要插入一点点就会变弯。而如果用大拇指堵住吸管的上口，则吸管可以插穿马铃薯。尝试做一做，再解释这个现象。

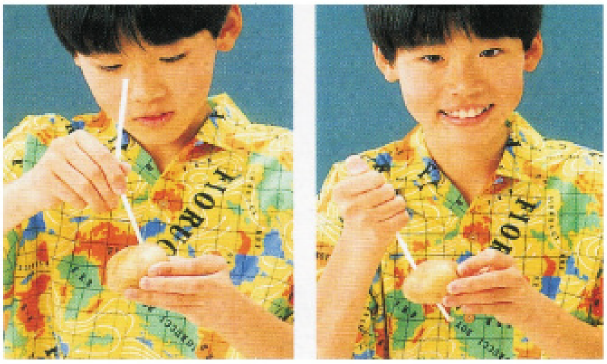


图4-39

7. 在炎热的天气，汽车行驶时为什么容易爆胎？

第二单元

大 气

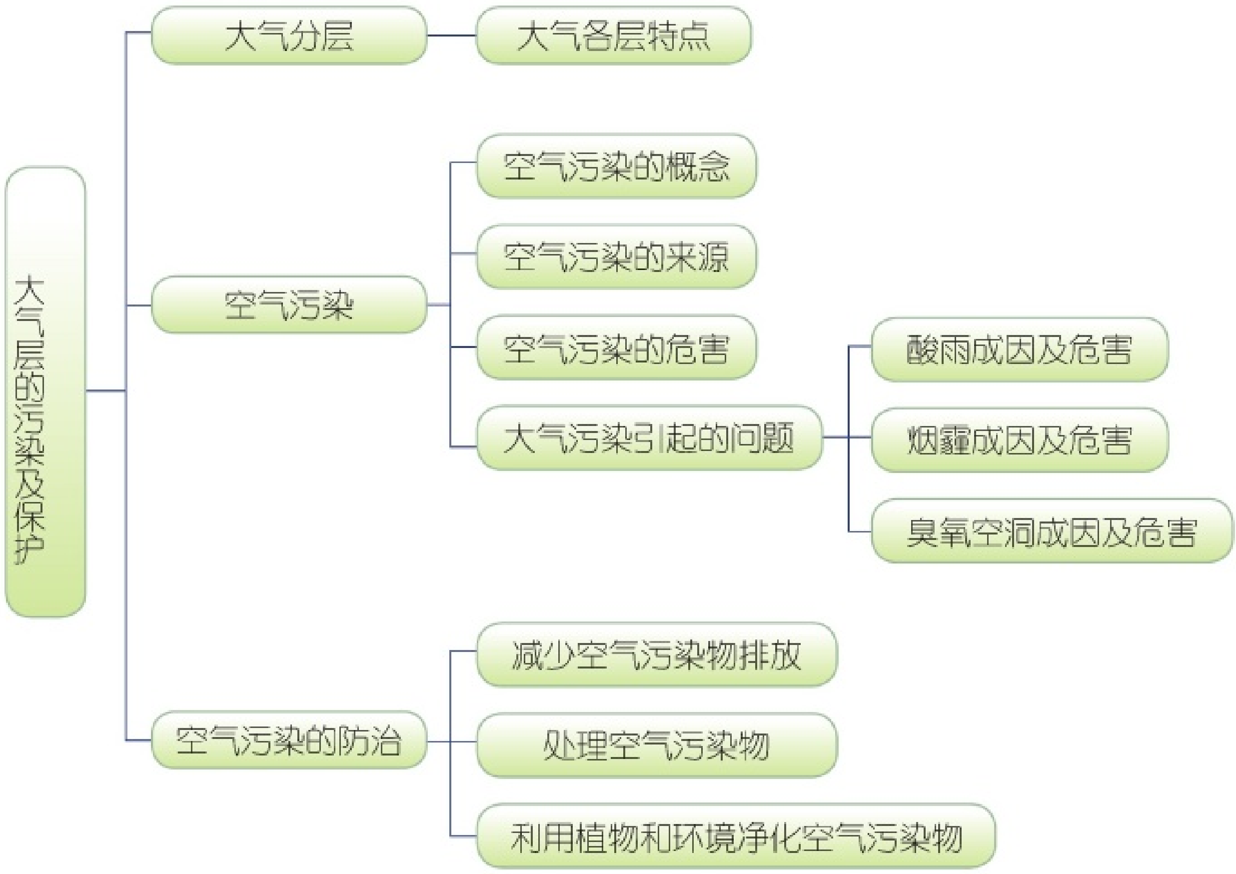
第5章 大气层的污染及保护

学习目标

1. 知道大气的重要性。
2. 知道大气可分成对流层、平流层、中间层和热层，并能对它们作基本的描述。
3. 能举出空气污染的例子：酸雨和烟霾。
4. 能列举空气污染物的来源及其带来的影响。
5. 能说出防治空气污染的方法。
6. 知道空气质量指数的主要内容。
7. 能描述臭氧层的作用及它被破坏所带来的危害。



本章概念图


大气层的污染及保护
大气分层
大气各层特点
空气污染
空气污染的概念
空气污染的来源
空气污染的危害
大气污染引起的问题
酸雨成因及危害
烟霾成因及危害
臭氧空洞成因及危害
空气污染的防治
减少空气污染物排放
处理空气污染物
利用植物和环境净化空气污染物

5.1 地球的外衣——大气层

人呼吸着空气，和风吹动着柳枝，鸟儿在天空中飞翔……这些都使我们感受到空气的存在。

5.1.1 大气层的重要性

空气主要集中在地表以上 1000 km 左右的高度内，这一层气体就称为大气层（atmosphere）。与地球的半径相比，大气层显得很薄。然而，它对地球而言非常重要。

大气层是地球上生命得以存在的基本条件之一。各种生物从空气中获得生命活动必不可少的氧气，如果没有氧气，地球上的大多数生物不能存活。大气层的存在使地球表面的昼夜温差比较小，利于生物的生存；也使得各种复杂的天气变化得以发生，为生物提供了多样化的生活环境。大气层还像一件外衣，阻挡了很大一部分可能对地球生物造成危害的紫外线辐射和小天体的撞击。

想一想

对照月球表面的环境特点，分析大气层对地球的意义。

5.1.2 大气的分层

我们在爬山时，常会感到越爬到高处，气温越低。你知道这是为什么吗？

大气温度的变化范围约在 −84℃～2500℃ 之间。从地表上升到约 12 km，大气温度随高度上升而下降；从 12 km 上升到 55 km，大气温度随高度上升而升高；从 55 km 上升到 85 km，大气温度随高度上升而降低；85 km 以上，大气温度又呈逐渐升高的趋势，如图 5-1 所示。

大气温度在垂直方向上的变化是我们对大气进行分层的主要依据。

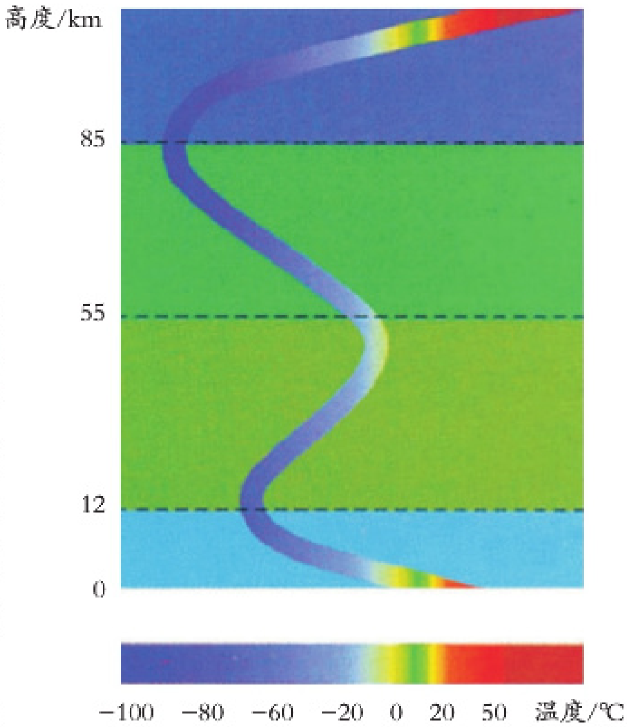


图5–1 大气温度的垂直分布

活动 1

根据大气温度垂直分布的特点，可以把大气分成几层？把讨论结果填入表5-1。

表5-1

层　序	高　度	气温分布特点

科学家根据大气的温度、密度和物质组成等特点，把地球大气层分为五层，即对流层、平流层、中间层、热层和外层（图 5-2）。随着高度上升，大气逐渐变得稀薄，因此，大气没有明显的上界。在 1000 km 以上的高度，大气密度变得非常小。到距地表 5000 km 处，已接近真空。



图5-2　大气分层

5.1.3 大气各层的特点

对流层（troposphere）是大气的底层。对流层在两极地区的厚度约为 8 km，到赤道则增大到 17~18 km。对流层集中了地球约四分之三的大气质量和几乎全部的水汽、固体杂质。对流层最显著的特点是有强烈的对流运动。

对流层气温下面高、上面低，容易发生空气对流。显著的对流运动和充足的水汽，使对流层的天气现象复杂多变，云、雨、雪、雷电等主要的天气现象都发生在这一层。对流层是大气层中与人们生活和生产关系最密切的一层。



图5–3 飞行在平流层的客机

平流层在对流层之上到离地表 55 km 处。在平流层，气温随高度增加而上升，大气缺乏对流运动的条件，以水平运动为主。这里空气稀薄，水汽、杂质极少，天气晴朗，能见度很高，非常利于高空飞行。平流层内的臭氧层，是大气中臭氧含量较高的部分。

中间层在平流层顶到离地表约 85 km 之间。在中间层，气温随高度上升而降低；由于空气密度小，对流运动并不显著；而且水汽、杂质极少，也没有云、雨等天气现象。

热层在中间层顶到离地表 500 km 高度之间。热层的气温随高度增加快速上升；空气因受太阳短波辐射而处于高度电离的状态，形成电离层。电离层可以反射无线电波，人类利用其进行远距离无线电通信。极光也是在热层顶部发生的。

外层就是地球大气与宇宙空间的过渡层，其层底距地表约 500 km。

5.2 空气的污染

空气污染是指由于人类活动或自然过程引起污染物质进入空气中，达到较高的浓度，持续较长的时间，并因此危害了人体的舒适、健康或造成环境污染的现象。

5.2.1 空气污染物的来源

当你在教室里看着窗外时，大部分时间可能会感到空气很洁净，偶尔会发现空气中有灰尘或烟雾。事实上空气中常常有大量的污染物，只不过很多污染物我们的眼睛看不到而已。下面的活动可以让你了解空气的洁净度到底有多少。

活 动 2

1. 用一张过滤纸（家用的咖啡过滤纸也可以）包住吸尘器的吸嘴，并用橡胶带紧紧扎住。
2. 在教室外连续吸尘 30 min。注意吸尘器的吸嘴要保持在距离地面 1 m 以上。
3. 吸尘完成后，把滤纸从吸尘器吸嘴上拿下来，并在滤纸上用笔画出吸嘴位置。
4. 把滤纸放在显微镜的载物台上，调整放大倍数为 40 倍，观察滤纸上吸嘴部分的杂质。

即使是在空气看上去很洁净的时候做这个实验，你仍然可以在滤纸上看到空气杂质。

空气中的污染物主要来自人类生产和生活活动中的废弃物。仔细观察你的周围，你会发现有许多空气污染物的来源。

读 图

根据下面照片，说说空气污染物主要的来源。







图5–4　空气污染物的来源

自然过程产生的空气污染物主要有火山喷发物（如火山灰）、大风扬起的沙尘、森林火灾的烟尘。2010 年 4 月 13 日冰岛火山喷发，喷出的火山灰扩散到大半个欧洲。人类活动产生的空气污染物主要来自煤炭、石油、天然气等矿物燃料的燃烧。具体地说，污染来源主要有工厂排放的废气、交通工具的尾气、建筑工地的尘土、家庭炉灶的炊烟、开垦烧荒的烟尘等。

5.2.2　酸　雨

酸雨是由空气污染引起的现象。含有硫的矿物在燃烧时，会产生由硫和氧合成的“硫氧化合物”。同时，汽车尾气中含有大量的氮氧化合物。雨、雪、雾在形成和降落过程中吸收、溶解了这些硫氧化合物和氮氧化合物，就会形成具有酸性的降水。如果这种降水的 pH 值小于 5.6，科学上就称之为“酸雨”。

酸雨的危害非常大。它可以导致土壤酸化，使土壤的肥力下降，影响植物的生长。酸雨也会直接危害植物的枝体、叶面等，使树木、农作物等出现大量黄叶并逐步脱落、直至死亡（图 5–5 及图 5–6）。



图5–5　受酸雨危害的森林



图5–6　受酸雨危害的水稻

酸雨也会污染河流、湖泊等各种水体，使得生活在水中的植物和鱼、昆虫等的生存受到威胁，甚至出现大量死亡。酸雨还能腐蚀岩石和建筑材料，使建筑物表面破损、发黑、脱落。（图 5–7、图 5–8 及图 5–9）



图5–7　被酸雨腐蚀而发黑的建筑



图5–8　被酸雨腐蚀而发黑的佛像



图5–9　被酸雨毁坏的雕像（左图拍摄于1908年，右图拍摄于1968年）

想一想

你平时还看到过哪些现象可能与酸雨影响有关？

5.2.3 烟 霾

烟霾是我国比较严重的空气污染现象。图5-10中的双峰塔看上去像笼罩在雾中，实际上是受烟霾的影响。雾是水汽在空气中凝结成微小水滴而形成的，烟霾则是指大量微小的颗粒物悬浮在空中，影响到大气透明度。这种微小颗粒物的主要成分，是空气中的尘粒和烟粒等污染物。



图5-10 烟霾中的双峰塔

我国发生的烟霾主要是由空气中的烟粒引起的，这与我国以及周边国家的自然环境和农业生产活动有关。我国民众习惯以露天焚烧的方法清理枯枝落叶，一些原住民保留着原始的火耕方式，一些园主以烧芭的手段开辟或清理农地（图5-11），这些都会产生大量烟尘。森林火灾也是烟尘的重要来源之一。周边国家如印度尼西亚的烟尘也常常被吹到我国并形成烟霾。

欧洲也曾经是烟霾多发地区，尤其以伦敦烟雾最为著名（图5-12）。随着煤炭使用的减少和有效的治理，烟霾在欧洲已经很少见。



图5-11 烧芭产生的大量烟雾



图5-12 伦敦1952年烟雾事件

想一想

形成烟霾的烟有哪些来源？发生烟霾时常常是什么样的天气？

烟霾中的可吸入颗粒物通过口鼻吸入人体后，会在呼吸道堆积，能诱发哮喘、心脏病、肺病，损害肺功能；室内空气流通不畅会加重污染物囤积，引发呼吸道疾病。烟霾还会导致空气能见度降低，增加交通事故的发生率。

想一想

当发生烟霾时，应采取哪些方法来减少烟霾的危害？

5.2.4 空气污染的危害

空气污染对地球环境和人类都会产生很大的危害。

活动 3

在课前查阅资料，把空气污染的主要危害填入表5-2中，并在课内交流。

表5-2

	危　害
对人类	
对植物	
对动物	
对气候	

空气污染除了形成酸雨、烟霾外，还会使全球气候变暖。煤、石油、天然气等矿物燃料和木材燃烧时，会向空气中排放大量二氧化碳气体，导致大气层对地面的“温室效应”增强，全球气温升高。全球气候变暖将引起冰川融化、海面上升、许多地方干旱加剧。



图5-13　孤独的北极熊



图5-14　面临海面上升威胁的大堡礁

空气污染危害人的身体健康，甚至危及生命。空气污染物对人体的危害是多方面的，主要表现在呼吸道疾病与生理机能障碍。虽然大多数时候我们感觉空气污染不是很严重，但是人体成年累月呼吸这种污染了的空气，也会引起多种慢性病，如慢性支气管炎、支气管哮喘、肺气肿及肺癌等。

想一想

大气污染物进入人体有哪些途径？可采取什么方法抵御？

空气污染危害动植物的生长发育和生存。空气污染物可以减缓生物的正常发育，降低生物对病虫害的抗御能力，甚至导致生物中毒或枯竭死亡。植物在生长期中大量接触空气污染物，会损伤叶面，导致光合作用减弱；还会伤害内部结构，使植物枯萎，造成产量下降，品质变坏，直至死亡。

小档案

震惊世界的几起大气污染事件

马格河谷事件：1930年12月1～5日，比利时马格河谷工业区，60余人死亡。

多诺拉事件：1948年10月26～31日，美国宾夕法尼亚州多诺拉镇，占全镇43%的居民（5911人）受害，11人死亡。

洛杉矶光化学烟雾事件：20世纪50年代初，美国洛杉矶市，65岁以上老人死亡400多人。

伦敦烟雾事件：1962年12月5～8日，英国伦敦市，4天内死亡人数比常年同期多4000余人。

四日市哮喘事件：1961年，日本四日市，817人患哮喘病，10多人死亡。

博帕尔毒气泄漏事件：1984年12月3日，印度博帕尔市，2500多人直接死亡，20万人受到伤害，其中5万人双目失明。

5.3 大气污染的防治

随着空气污染的加剧，其危害性也越来越引起人类的重视。如何减少大气污染、抵御大气污染的危害，已成为人类社会日益关注的问题。

5.3.1 空气污染指数

为了让人们及时了解空气污染状况，采取相应的防御措施，大部分国家都已经实行空气污染指数的实时报告和预报。

空气污染指数（air pollutant index，缩写 API）是定量描述空气质量状况的指数。参与空气质量评价的主要污染物为细颗粒物（PM2.5）、可吸入颗粒物（PM10）、二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、臭氧（O_3）、一氧化碳（CO）等六项。空气污染指数分为六个类别，指数越大、级别越高，说明污染的情况越严重，对人体的健康危害也就越大（表 5–3）。

表5–3 我国空气污染指数

API	状态	对健康的影响	活动建议
0～50	优	极少量的污染对人体健康不会造成任何负面影响。	可以自由参加户外活动。保持健康的生活方式。
51～100	良	少量的污染对人体健康不会构成危害。	可以自由参加户外活动。保持健康的生活方式。
101～200	不健康	使患有心脏病及肺病的高危人群的健康状况恶化。	高危人群不宜参加户外活动。普通人群应减少参加户外剧烈运动。
201～300	非常不健康	进一步使患有心脏病及肺病的高危人群的健康状况恶化，亦使其运动耐受力降低。影响普通人群的健康。	建议老年人和高危人群待在室内，并减少体育运动。身体若有症状，应及时去医院就诊。
>300	有害	危害高危人群和普通人群的健康。	老年人和高危人群应禁止参加户外活动。不建议普通人群参加户外活动。
>500	紧急	危害高危人群和普通人群的健康。	公众应听从国家安全委员会的指导，并且时刻留意主流媒体的信息。

活动 4

收集当地近一个月或一年的空气污染指数的资料，并根据资料对当地空气质量进行评价。

5.3.2 空气污染的防治

现在，许多国家已经通过建立防治大气污染法规来限制污染。防治空气污染的方法主要分为三类：减少空气污染物排放、处理空气污染物、利用植物净化空气污染物。

想一想

汽车尾气是重要的空气污染源，我们可以采取哪些方法减少汽车尾气的污染？

大力发展水电、太阳能、风能等清洁能源（图 5-15 及图 5-16），可以减少煤炭、石油等矿物能源的消耗；使用电、乙醇、气体燃料替代汽油、柴油，在城市发展公共交通，限制私人轿车数量，可以减少汽车尾气的污染物排放；改变烧芭、烧荒等农业生产方式，控制森林火灾能有效减少烟尘的排放。



图5-15 太阳能发电



图5-16 风能发电

此外，还可以通过技术处理来减少污染物的释放。例如，在工厂的烟囱安装空气过滤器，在汽车内安装污染控制装置（图5-17），使污染物在排入空气前就被大量吸收处理。

植物除美化环境外，还具有调节气候、阻挡、滤除和吸附灰尘、吸收大气中的有害气体等功能。注意保护森林，增加森林面积，在城市发展绿化，能有效减少空气污染，提高空气质量。



图5-17　汽车尾气过滤装置

5.3.3　臭氧层的保护

臭氧层是指大气平流层内臭氧含量比较高的部分，它是地球的保护屏障。臭氧能大量吸收太阳光中的紫外线，使地球上的生物免遭过量紫外线辐射的危害。但是，受人类活动的影响，臭氧层正在受到破坏。在南极地区、北极地区和青藏高原，臭氧层在逐渐消失，形成了臭氧空洞，尤其以南极地区最为严重（图 5-18）。

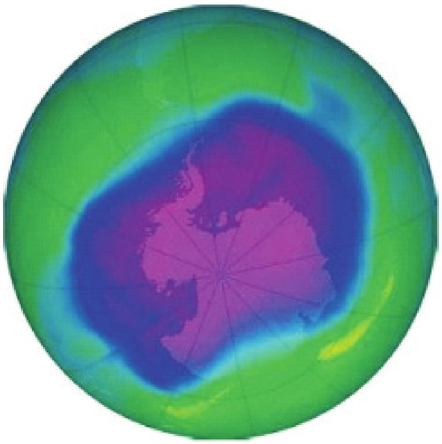


图5-18　南极地区的臭氧空洞（2006年9月24日拍摄，蓝色部分为臭氧空洞）

随着科技的发展，大量氟氯化合物被生产并排入大气中，如制冷剂、喷雾剂等。它们能使臭氧分解，从而导致大气中的臭氧减少，造成了臭氧层的破坏。因此，1985 年国际社会达成了《维也纳保护臭氧层公约》，正在努力控制氟氯化合物的生产及消费。

臭氧层的破坏将使得大气层吸收紫外线的能力大大减弱，到达地面的紫外线明显增加，对人类健康和生态环境带来危害。例如，人类受过量紫外线辐射会引发白内障等眼部疾病，导致失明人数增多；还会使皮肤癌患病率增加。

此外，紫外线辐射增强会导致部分农作物的质量下降，并可能改变森林和草地的物种组成，进而影响不同生态系统的生物多样性。还会使建筑、喷涂、包装及电线电缆等所用材料加速老化变质，特别是在高温和阳光充足的热带地区，这种破坏作用更为严重。

想一想

人们应该采取什么措施来保护臭氧层?

本章提要

1. 根据大气温度垂直分布的特点，可以把大气分为5层：对流层、平流层、中间层、热层和外层。
2. 对流层下热上冷，对流运动显著，天气现象复杂多变。平流层以水平运动为主，适宜大型飞机飞行；有臭氧层。热层温度很高，有电离层。外层是地球大气与宇宙空间的过渡层。
3. 自然过程产生的空气污染物主要有火山喷发物、大风扬起的沙尘、森林火灾的烟尘。人类活动产生的空气污染来源主要有工厂排放的废气、交通工具的尾气、建筑工地的尘土、家庭炉灶的炊烟、开垦烧荒的烟尘等。
4. 酸雨引起土壤和水体酸化、影响植物生长，腐蚀岩石和建筑物表面，危害人体健康。我国的烟霾主要是由烧芭、烧荒、森林火灾引起的。
5. 空气污染可以导致全球气温升高、危害人类健康、威胁动植物生长。
6. 空气质量指数是定量描述空气质量状况的指数，分为六级。
7. 防治空气污染的方法主要分为三类：减少空气污染物排放、用技术手段吸收处理空气污染物、利用植物净化空气污染物。
8. 臭氧层是地球的保护屏障，但受人类活动的影响，臭氧层正遭受破坏。因此，国际社会正在努力控制氟氯化合物的生产及消费。

练 习 题

一、选择题

1. 下列现象属于对流层特点的是（　　）。

   A．气温随高度上升而上升　　B．有雨、雪等复杂天气现象

   C．空气以水平运动为主　　D．有一个电离层

2. 利于大型飞机飞行的大气层是（　　）。
   A．对流层　B．平流层　C．中间层　D．热层

3. 下列大气污染现象，由自然过程引起的是（　　）。
   A．火山喷发烟尘　B．露天焚烧垃圾
   C．汽车尾气　D．烧芭产生烟雾

4. 形成马来西亚烟霾的主要污染来源是（　　）。
   A．火山喷发　B．工厂烟囱排放
   C．汽车尾气　D．烧芭、森林大火

5. 下列措施能有效防治空气污染的是（　　）。
   A．开发太阳能等清洁能源　B．实行烧荒耕作
   C．提倡城市发展私人小轿车　D．大面积砍伐森林

6. 臭氧层位于（　　）。
   A．对流层　B．平流层　C．中间层　D．热层

7. 臭氧层受破坏会引起（　　）。
   A．全球气候变暖　B．酸雨
   C．烟霾　D．人们患上皮肤癌等疾病

二、简答题

1. 简述人类活动引起的空气污染。

2. 酸雨会产生哪些危害？

3. 空气污染会对人体造成哪些危害？

4. 列举四个防治空气污染的方法。

第三单元

生命活动的有序进行



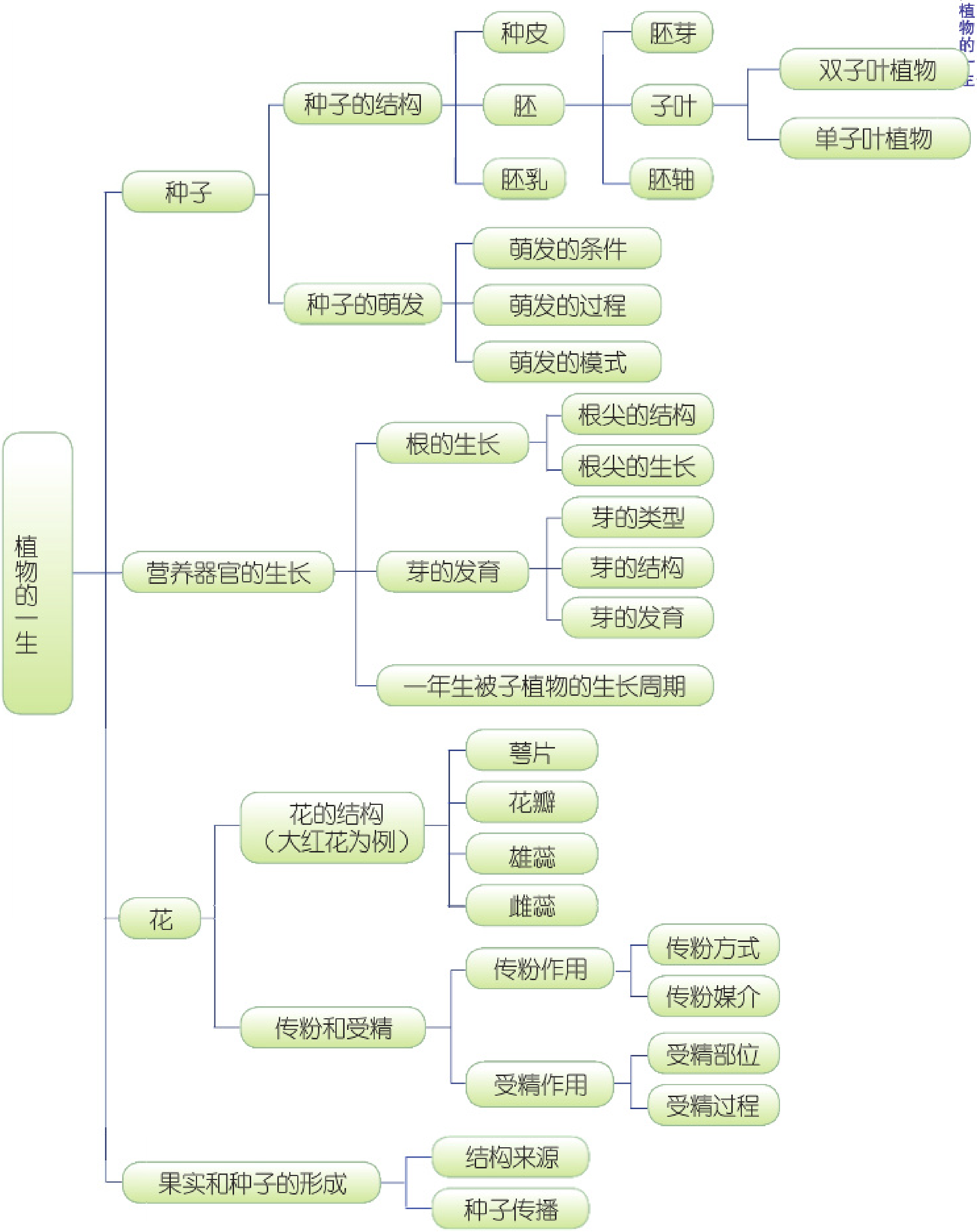
第6章 植物的一生

学习目标

1. 知道种子的结构及各部分的功能。
2. 知道种子萌发的条件，说出种子萌发的模式。
3. 知道植物根尖和茎尖的生长。
4. 知道花是植物的生殖器官。
5. 认识花的结构，识别雄蕊与雌蕊，说明雄蕊与雌蕊的功能。
6. 知道植物的传粉，说出各种传粉媒介。
7. 知道植物的受精作用，说出植物的受精过程。
8. 说出果实与种子的形成方式、散播方式。



本章概念图


植物的一生
种子
种子的结构
种皮
胚
胚乳
胚芽
子叶
胚轴
双子叶植物
单子叶植物
种子的萌发
萌发的条件
萌发的过程
萌发的模式
营养器官的生长
根的生长
根尖的结构
根尖的生长
芽的发育
芽的类型
芽的结构
芽的发育
一年生被子植物的生长周期
花
花的结构
（大红花为例）
萼片
花瓣
雄蕊
雌蕊
传粉和受精
传粉作用
传粉方式
传粉媒介
受精作用
受精部位
受精过程
果实和种子的形成
结构来源
种子传播

6.1 种子的结构

一粒小小的种子（seed）为什么能长成一株完整的植物体？让我们来观察种子的内部结构去揭开这个秘密。

6.1.1 观察种子

尽管各种植物种子的形状、大小、颜色各不相同，但是它们的结构有相同之处。

活动 1

观察菜豆种子的形态结构。

1. 观察浸涨的菜豆种子，其外部形态（图 6-1a）略带肾形而扁平；种脐的一端有一个小孔，称为珠孔。
2. 小心剥去种皮，注意种皮的质地、特点。
3. 种子去掉种皮后的整体叫做胚。将胚从种脐相对的一侧分开，对照图 6-1b，用放大镜观察各部分的结构，注意它们的形态、位置、连接方式等。

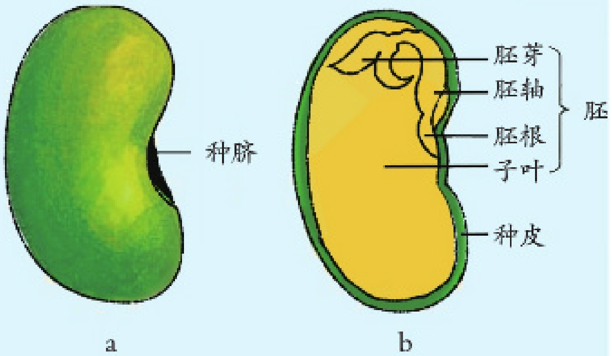


图6-1　菜豆种子的结构

想一想

你能说出种子各部分的结构有什么功能吗？

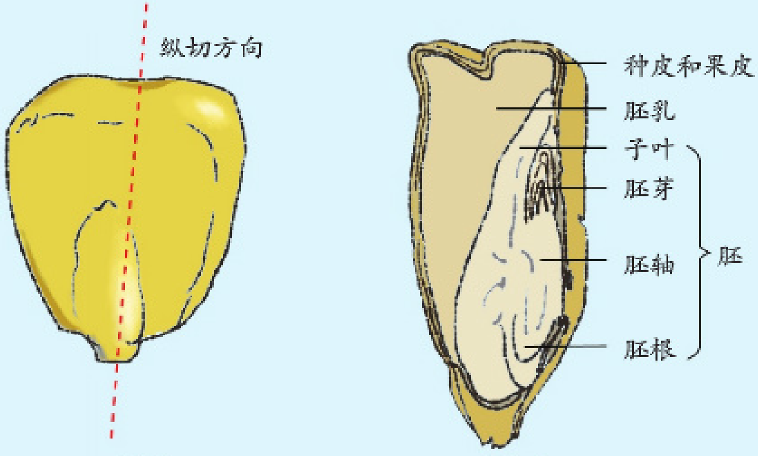
菜豆种子各部分的名称和功能可归纳如下：

- 菜豆种子
  - 种皮：坚韧，保护种子的内部结构。种脐上的珠孔是种子用来吸收水分和空气的通道。
  - 胚
    - 子叶：两片，肥厚，贮藏营养物质。
    - 胚芽：生有幼叶的部分，将来发育成茎和叶。
    - 胚根：细条状，将来发育成根。
    - 胚轴：连接胚芽和胚根的部分，将来发育成连接根和茎的部位。

活动 2

观察玉米种子的形态结构。

1. 取浸泡过的玉米种子，尝试撕去外皮，可看到外皮是不容易分开的两层结构：种皮和果皮。
2. 用刀片将玉米种子从中央纵向剖开（图 6-2a），在剖面上滴一滴稀碘液，被染成蓝色的部分是胚乳，未变蓝的部分是胚。
3. 对照图 6-2b，用放大镜观察玉米种子的结构。



a 外形　　b 纵切面

图6-2　玉米种子的结构

玉米种子各部分的名称和功能可归纳如下：

玉米种子
- 果皮和种皮：两者紧密结合，保护种子的内部结构。
- 胚
  - 胚芽：生有幼叶的部分，将来发育成茎和叶。
  - 胚根：分布在与胚芽相对应的一端，将来发育成根。
  - 胚轴：连接胚芽和胚根的部分，将来发育成连接根和茎的部位。
  - 子叶：一片，不肥厚。可从胚乳中吸收营养供胚发育需要。
- 胚乳：胚以外的部分，贮藏有淀粉等营养物质。

想一想

1. 将碘液滴在玉米种子的纵切面上时，为什么胚乳部分会呈现蓝色？
2. 菜豆种子和玉米种子在结构上有什么相同和不同之处？

根据胚中的子叶数目，可将被子植物分为单子叶植物（monocotyledonous plant）和双子叶植物（dicotyledonous plant）。种子的胚中只有一片子叶的植物为单子叶植物，如玉米、小麦、水稻、高粱、甘蔗等；种子的胚中有两片子叶的植物为双子叶植物，如菜豆、棉、黄瓜、花生、柑等。

6.1.2 种子里的营养物质

日常生活中所用的花生油、棕油、玉米油等都是用种子榨取提炼的。高蛋白的豆浆、豆制品也是用种子作原料制成的。食用的淀粉、冬粉等也有不少是以种子为原料的。这些都说明种子内储存着丰富的养料。但不同种子储存的养料存在较大的差别。有的种子含有较多的淀粉，有的种子含有丰富的蛋白质，有的种子储存有较多的油脂。

想一想

1. 我们食用黄豆、菜豆等豆类种子时，主要吃它们的哪部分结构？
2. 面粉主要是由小麦种子的哪部分加工而成的？

小档案

表6-1　几种种子中可食部分的营养成分（每100 g中的含量）

名称	蛋白质(g)	油脂（g）	糖类（g）	钙（mg）	磷（mg）	铁（mg）
黄豆	36.8	18.4	25	367	571	11.0
绿豆	23.8	0.5	59	80	360	6.8
炒花生	26.5	44.8	20	71	399	2.0
松子	16.7	63.5	10	78	236	6.7
核桃仁	15.4	63.0	11	108	329	3.2

种子萌发所需的养料贮存在子叶或胚乳中。种子越饱满，贮存的营养物质越多，幼苗生长就越健壮。所以播种时要尽量选用饱满的种子。

6.2 种子的萌发

在合适的环境中，种子会萌发。那么，种子萌发需要怎样的环境条件？种子是怎样萌发的，又是怎样长成幼苗的呢？

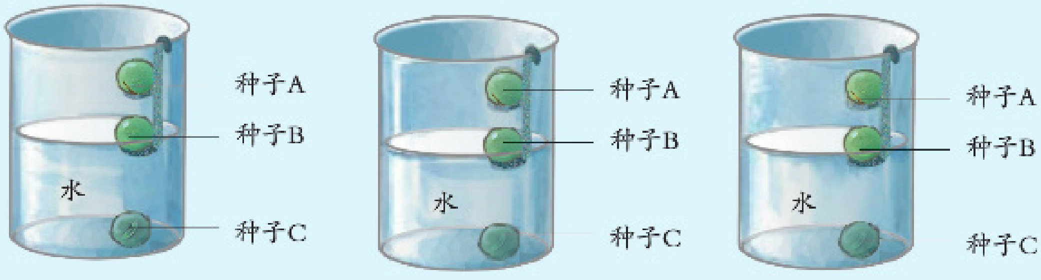
6.2.1 种子萌发的条件

影响种子萌发的因素很多，其中有哪些环境因素可能会对种子的萌发产生影响呢？我们可以通过实验来探究一下。

在这个实验涉及的变数中，固定性变数是烧杯的大小和水的量。

活动 3

1. 在设定探究问题之后，需要确定实验涉及的变数。
   图 6–3 是探究黄豆种子萌发所需环境条件的一个实验方案，你认为在这个探究实验涉及的变数中，反应性变数是什么，哪些是影响种子萌发的操纵性变数？



甲组环境温度约28℃（室温）　乙组环境温度约60℃　丙组环境温度约0℃

图6–3　黄豆种子萌发的条件

2. 请根据图 6–3 中黄豆种子萌发的实验方案，填写表 6–2。

表6–2

	种子 A			种子 B			种子 C		
	水分	空气	温度	水分	空气	温度	水分	空气	温度
甲组									
乙组									
丙组									

（1）各组的种子 A 、种子 B 和种子 C 之间的萌发条件存在什么差异？

（2）能否对甲组的种子 B 与乙组的种子 A 的萌发情况进行比较？为什么？

（3）甲、乙、丙三组中的种子A、B、C 各用一颗黄豆种子进行实验，你认为科学吗？应如何改进实验，实验结论才能更加可靠？

3. 上述三组黄豆种子在不同的环境温度下，放置 5 天。观察各组种子 A、B、C 发芽的情况。

通过你记录的实验结果，可得出的实验结论是：____________________。

在设计存在多个操纵性变数的研究方案时，每一次只改变其中的某一个变数，而控制其余几个变数不变，从而研究被改变的这个变数对事物的影响，这种研究方法叫控制变数法。

通过以上研究可以看出，影响种子萌发的因素很多，其中适宜的温度、一定的水分和充足的空气是种子萌发所需要的外部环境条件。可见，水分、空气和温度是活动 3 的探究实验中的操纵性变数，种子的萌发情况是反应性变数。不过，不同植物的种子在萌发时对这三个条件的需求情况有所不同。同时，种子的萌发还跟种子的形态、大小、饱满程度以及是否处于休眠状态等有一定的关系。

6.2.2 种子萌发的过程

种子在萌发以前，必须吸足水分，使种皮变软或胀破，此时子叶或胚乳里贮藏的营养物质逐渐溶解在水中，输送给胚根、胚轴和胚芽。这三部分的细胞得到营养物质后，就开始分裂和生长。

读 图

1. 观察图 6-4，说说种子萌发的基本过程。
2. 比较小麦和南瓜种子的萌发过程，说说两者有什么相同和不同之处？

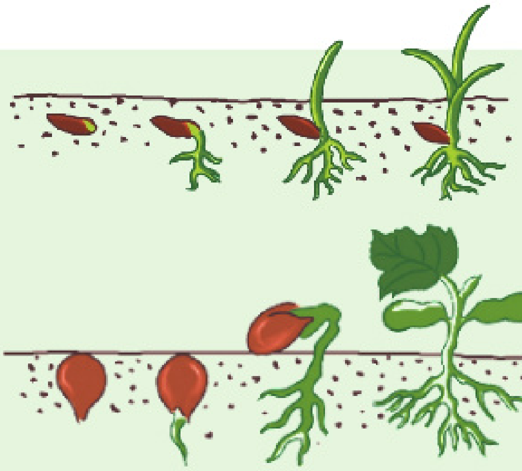


图6-4 种子的萌发模式

种子萌发时，胚根首先伸长，并突出种皮。在胚根发育成根的同时，胚轴也在伸长，使胚芽伸出地面。胚芽逐渐发育成茎，茎上生叶。叶在阳光下逐渐转绿，开始进行光合作用，植物的幼苗就能够独立生活了。

小麦、豌豆和蚕豆等种子在萌发过程中，子叶以下的胚轴不伸长，胚乳和子叶都留在土中，只有胚芽伸出地面；南瓜、大豆、棉花等种子，子叶以下的胚轴在种子萌发时会伸长，因此在幼苗出土时子叶伸出地面。(图 6-4)

想一想

幼苗长成后，南瓜种子里的子叶和小麦种子里的胚乳都会萎缩，甚至消失。你知道它们在种子萌发过程中起什么作用吗？

6.2.3 种子的休眠和寿命

有些植物的种子成熟后，虽在合适的条件下仍不萌发，需要经过一段时间后才会萌发，这种现象称为种子的休眠（dormancy）。多数野生植物的种子都具有休眠现象。休眠使秋天成熟落地的种子不会迅速萌发，待春天温暖湿润的时候再萌发生长。这样就能避开干燥或寒冷等各种不利的因素。所以种子休眠是植物对自然环境变化的一种适应。有些作物如水稻、小麦等的种子，没有休眠或休眠时间极短，因此，这些种子如遇到连续阴雨高温的天气，就会在穗上发芽。

与动物一样，种子也有一定的寿命。例如，在一般条件下小麦、水稻、玉米的种子只能存活 2~3 年，白菜、蚕豆、南瓜的种子能存活 4~6 年。但是，在低温和干燥的条件下保存种子，寿命可以延长；而在高温和潮湿的条件下，寿命就会缩短。

小档案

人工种子

种子能发育长成新的植物体，首先是因为它有一个胚。科学工作者能够采用高科技手段，将某些植物细胞在试管中培育成胚状体，再用富含营养物质和其他必要成分的凝胶物将胚状体包裹起来，制作成人工种子。当条件适宜时，胚状体就像真的种子那样萌发长成幼苗。



图6-5 人工种子

与天然种子相比，人工种子有不少优点。例如，生产人工种子不受季节限制，可更快地培养出新品种。还可以在凝胶包裹物里加入天然种子没有的有利成分，使人工种子具有更好的营养供应和抵抗疾病的能力，从而能更加茁壮地生长。

6.3 植物营养器官的生长

种子萌发和形成幼苗，标志着植物体进入营养器官生长的阶段。绿色植物的根、茎、叶是怎样长大的呢？

6.3.1 根尖的结构和生长

胚根突破种皮后，发育成根。从根的尖端到生有根毛的一段，叫做根尖。各种植物根尖的结构基本相同，从末端向上依次是根冠、分生区、伸长区和根毛区（成熟区）四部分（图 6-6）。

根尖的哪些部位和根的生长直接有关呢？

活动 4

1. 取小麦的幼根，先用放大镜观察它的外形，根据图 6-6 找到根尖的各部分结构。
2. 用显微镜观察植物根尖纵切的永久装片，识别根尖四部分的细胞特点，填入表 6-3 中。

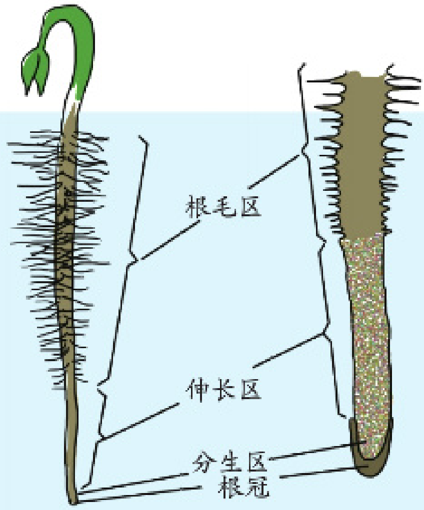


图6-6 小麦的根尖

表6-3 根尖的结构比较

	根冠	分生区	伸长区	根毛区
细胞大小				
细胞形状				

3. 讨论：根据根尖各部分细胞的特点，想一想，各部分可能有什么功能？

根尖的最前端是根冠，根冠的细胞体积大，形状不规则，排列不整齐。分生区位于根冠内侧，长度约 1 ~ 3 mm。分生区的细胞体积小，近似正方形，排列紧密。伸长区的细胞体积较大，呈长方形。根毛区（成熟区）中的细胞体积也较大，其表皮细胞向外突起，形成根毛。

根尖的分生区细胞，有很强的分裂能力，能够不断地分裂产生新的细胞，它是根生长的关键部位。伸长区的细胞虽已停止分裂，但能较快生长，使根不断地伸长生长。根的生长主要是分生区细胞的分裂和伸长区细胞伸长的结果。根冠具有保护作用，有利于根在土壤中不断地生长。根毛区是根尖吸收水分和无机盐的主要部位。

植物体的根具有固着、支持、吸收、输导、贮藏等功能。一株植物所有的根合在一起，叫做根系（图 6-7）。

活动 5

1. 取带根的小麦和黄豆各一株。
2. 仔细观察两株植株的根系有什么不同。请把观察结果记录在表 6-4 中。

表6-4　根系特点比较

比较项目 \ 植物	黄豆	小麦
根的数目		
是否有明显发达的主根		
哪些植物具有相类似的根		

黄豆种子的胚根突破种皮后，一直向下伸长，形成一条明显的主根。以后，在主根周围陆续生出许多侧根，每条侧根还会发出细小的侧根。这样，由主根及其反复分枝的侧根形成直根系（taproot system）。黄豆、凤仙花、红毛丹、榴梿等植物的根系都有明显发达的主根和侧根之分。



图6-7　植物的根

小麦种子的胚根突破种皮后向下生长，不久主根的生长停滞下来，而在胚轴的基部又陆续地生出许多不定根。这样的根系像一把胡须，称之为须根系（fibrous root system）。小麦、葱、玉米、蒜等植物的根主根都不明显，其根系都是须根系。

直根系和须根系的形态不同，在土壤中分布的方式也不相同。直根系可分布在土壤深处，须根系一般分布在土壤的浅处。此外，根系的分布还受到环境中水、肥料等因素的影响。

想一想

你能推测生长在沙漠中的植物根系，同日常见到的一般土壤中的植物根系，它们的分布会有怎样的不同吗？

6.3.2　芽的结构和发育

植物的主干和侧枝都称为茎，它们都是由芽发育而成的。主干通常由种子的胚芽发育而成，侧枝则由主干上的芽发育而成。因此，要了解茎，应该先认识芽。

活 动 6

1. 剪取大红花的一段枝梢（或其他树木的枝梢）。
2. 仔细观察芽着生的位置和外形。想一想，怎样区分不同类型的芽？

按着生的位置来区分，可以将芽分为顶芽和侧芽（图 6-8）。着生在主干顶端或侧枝顶端的芽称为顶芽；着生在主干侧面或侧枝侧面的芽称为侧芽。顶芽的生长会使植物的茎增长，侧芽的生长则会在植物体上形成侧枝。

按发育结果来区分，可以将芽分为枝芽、花芽和混合芽。枝芽将来发育成枝和叶；花芽将来发育成花；混合芽将来既发育成枝和叶，又发育成花。花芽、混合芽通常比较肥大，容易与枝芽相区别。

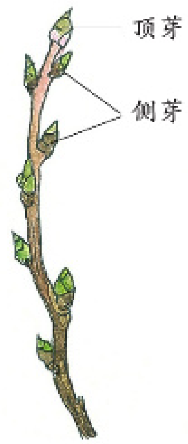


图6-8　顶芽和侧芽

芽是未发育的茎、叶或花。枝芽由幼叶、芽轴和芽原基等部分构成（图 6-9）。在气温适宜、水分和养料充足的条件下，芽顶端分生组织的细胞会不断分裂，芽轴就会逐渐伸长。芽轴上的叶原基也会发育成幼叶，并逐渐长大。

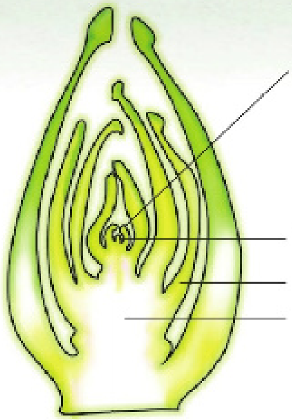


图6-9　芽的结构

读　图

你能从图6-10中分析出顶芽和侧芽的生长关系吗？



图6-10　不同的树形

许多植物总是顶芽比侧芽发育得好。顶芽旺盛生长，侧芽的发育往往会受到抑制。如果由于某种原因顶芽停止生长或被摘除，一些侧芽就会加速生长。这种顶芽优先生长，抑制侧芽生长的现象叫做顶端优势，如柳树、杉树、向日葵等植物均具有较强的顶端优势。

小档案

顶端优势的应用

生产上有时需要利用和保持顶端优势，如麻类、向日葵、玉米、高粱等农作物以及用材树木，顶端优势使主茎强壮、挺直。有时则需要消除顶端优势以促进侧枝生长，例如，棉花打顶和整枝、瓜类摘蔓、果树修剪等可促进侧芽发育，使植物多开花，多结果。花卉打顶去蕾，可控制花的数量和大小。修剪绿篱可促进其侧芽生长，使它成为密集的灌丛。

6.3.3　被子植物的生长周期

水稻、玉米、番茄等草本植物的生长、开花结果和死亡是在一年时间里完成的，像这些当年播种、当年开花结果的植物称为一年生植物。油菜、萝卜等植物在当年播种，次年才开花结果，一旦结出种子，植物就逐渐死亡了，像这种植物称为二年生植物。桃、柑橘、柳等能够存活两年以上的植物称为多年生植物。

活动 7

请在一年生植物的生长周期图（图6-11）中填上相应的生长时期：成熟的植物体、种子萌发、幼苗生长发育、开花结果。

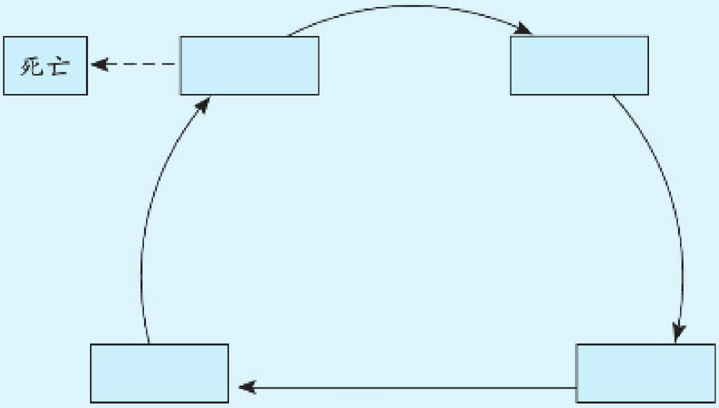


图6-11　植物的生长周期

一年生的被子植物在经过受精、种子的形成和萌发、幼苗生长发育、植株开花结果等生长期后，就会死亡。它们的生长周期在一年之内完成。多年生的被子植物经过生长发育、开花结果后，来年或多年后还会开花结果，其生长周期可达几年，甚至千年，但最终也会死亡。

植物的种群，就在个体生长发育的循环运动中得以延续。

想一想

“种子是植物生长周期的起点”这种观点对吗？为什么？

6.4 花的结构

花（flower）是被子植物的生殖器官，它是由花芽发育而成的。花的主要功能是产生果实和种子，你知道它的结构吗？

各种植物的花，尽管形状、大小、颜色多种多样，可它们的基本结构是相同的。下面以大红花为例来认识花的基本结构。

活动 8

1. 对照图 6-12，按照从外到内的顺序，认识花的各个部分结构，并将观察到的结果填在表 6-5 中。

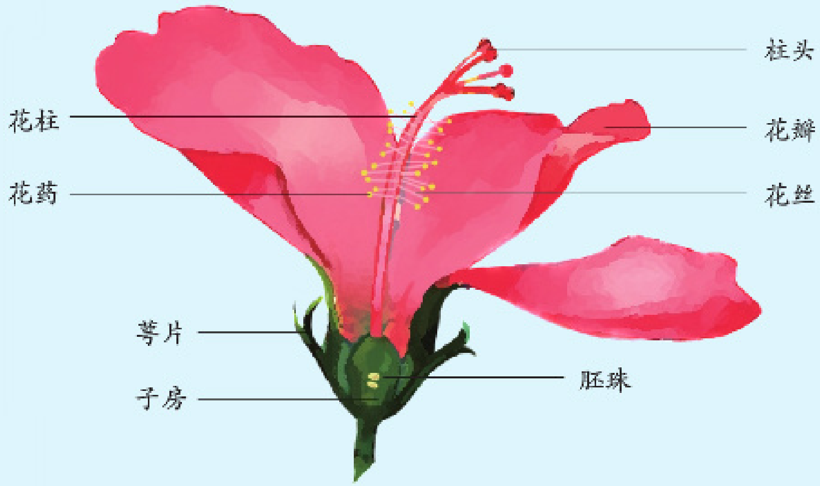


图6-12 花的结构

表6-5 花的主要结构

名称	结构简图	数量	颜色
萼片			
花瓣			
雄蕊			
雌蕊			

2. 观察雄蕊和雌蕊。
  (1) 仔细观察雄蕊的结构并用手指捏一捏花药，手指上会沾着什么？
  (2) 仔细观察雌蕊的结构，再用刀片小心地将子房纵剖开，放在白纸上，用放大镜观察，子房内有什么？
3. 讨论：在一朵花中，什么是最主要的部分？为什么？

通过以上活动可以知道，一朵发育完全的花通常是由雄蕊、雌蕊、花瓣、萼片等组成的，其中雄蕊和雌蕊是花中最重要的生殖结构。

雄蕊是花的雄性器官，由花丝和花药组成。花丝支持着花药，花药产生花粉粒。雌蕊是花的雌性器官，由柱头、花柱和子房三部分组成。柱头在花柱的顶端，是接受花粉粒的地方；花柱支持着柱头，使柱头处于适当的位置以接受花粉；子房是花柱下方膨大的部分，内有胚珠，受精后子房发育成果实而胚珠发育成种子。萼片有保护花蕾的作用。花瓣具有保护花的内部构造及引诱昆虫的作用。

6.5 传粉和受精

在适宜的环境条件下，被子植物生长到一定的阶段就会开花。开过花的植物，是否都能产生种子并形成果实呢？

6.5.1 传粉方式

雄蕊发育成熟时，花药自然裂开，将花粉散出。花药里散出的花粉以某种方式传送到雌蕊的柱头上，这个过程叫做传粉（pollination）。

传粉有两种方式：自花传粉和异花传粉（图 6-13）。

读图

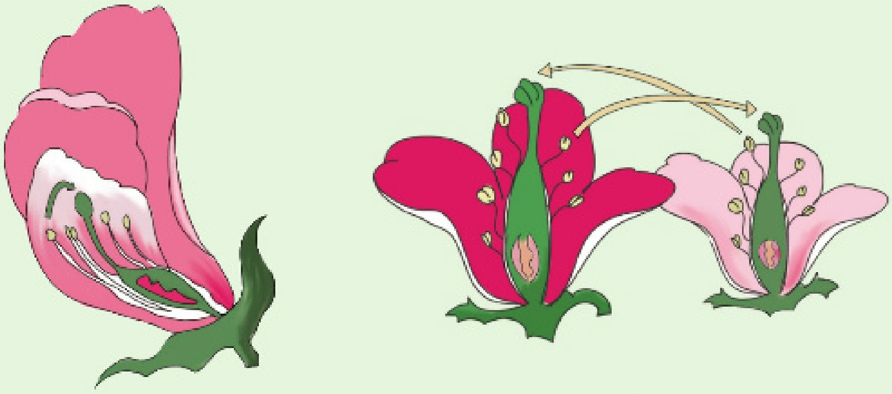


图6-13 豌豆花和棉花的传粉方式

豌豆花的传粉情况是：________________________。

棉花的传粉情况是：__________________________。

像豌豆那样，成熟的花粉散落在同一朵花的雌蕊柱头上，这种传粉方式称为自花传粉（self-pollination）。豌豆、小麦、芝麻、番茄等都是自花传粉的植物。

像棉花那样，一朵花的花粉落到另一朵花的柱头上，这样的传粉方式叫异花传粉（cross-pollination）。油菜、向日葵、棉花、杨树、苹果等都是异花传粉的植物。

传粉是受精的前提，传粉受精后植物才能形成种子和果实。异花传粉受精后发育成的后代，往往具有比较强大的生活能力和适应性。如果人为让异花传粉的植物进行自花传粉，其后代的生活能力常常会衰退。

6.5.2 传粉媒介

异花传粉的植物需要一定的途径进行传粉。根据传粉的不同途径，可将花分成虫媒花、风媒花、水媒花等。

桃、月季、橘、油菜、芒果、木瓜、凤仙花等植物的花主要靠蜜蜂、蝴蝶等昆虫传粉，这样的花叫做虫媒花（insect pollinated or entomophilous flower）。虫媒花一般比较大、花瓣的颜色比较鲜艳，通常还有芳香的气味和甜美的花蜜，易于吸引昆虫。同时，虫媒花的花粉粒也比较大，有黏性，便于黏附在昆虫身上。（图 6-14a）

玉米、水稻、杨、榆等植物的花主要靠风力传粉，这样的花叫做风媒花（wind pollinated or anemophilous flower）。风媒花的花粉多而轻，柱头常分叉或呈羽毛状，能分泌黏液，并且伸出在花瓣外面。（图 6-14b）



a　　　　b

图6-14　虫媒花（a）和风媒花（b）

苦草（图 6-15）、金鱼藻等水生植物则依靠水来传粉，这样的花称为水媒花（water pollinated or hydrophilous flower）。

除此以外，还有些动物如蝙蝠、松鼠、鸟和人，也可成为传粉的媒介。



图6-15　苦草

想一想

1. 果园里常有蜜蜂飞舞，而稻田却没有蜜蜂前来。这是什么原因？
2. 如果在植物开花期出现连续下雨、刮大风或无风等情况，对植物的繁殖会有什么影响？说说其原因。

6.5.3　人工授粉

玉米的果穗有的常有缺粒，向日葵的籽粒有的有空瘪，这是什么原因？这往往是由于传粉不足引起的。玉米的花是风媒花，如果开花时节遇到连续阴雨，就会影响传粉。向日葵的花是虫媒花，如果开花时节遇到雨多、风大、气温低的天气，昆虫不能飞出来活动，也会影响传粉。如果柱头上没有落上花粉，子房就不能发育成果实。缺粒或籽粒空瘪现象就是这样产生的。

为了提高农作物的产量，弥补自然状态下传粉的不足，人们常常给异花传粉的植物用人工方法进行传粉，这就是人工授粉。人工授粉的方法是先采集花粉，然后把花粉涂抹到同种植物的柱头上。（图 6-16）



图6-16　向日葵和稻、麦的人工授粉

活 动 9

选两个同样大小的向日葵花盘，在开花时节，给其中的一个连续进行几次人工授粉，另一个不进行人工授粉，任其自然传粉。收获以后，比较这两个花盘上的粒数和粒重有没有不同。看看人工授粉能不能使葵花籽增产。

6.5.4　受精作用

花粉落在雌蕊的柱头上以后，在柱头表面黏液的作用下开始萌发，长出花粉管（pollen tube）。花粉管穿过柱头，沿着花柱向子房方向生长，进入子房，直达胚珠（图 6-17）。

当花粉管穿过珠孔到达胚珠内部时，释放出精细胞，胚珠里的卵细胞与一个精细胞结合形成受精卵，这个过程叫做受精作用（fertilization）。

受精后，受精卵发育形成胚，胚珠发育形成种子，子房发育形成果实。

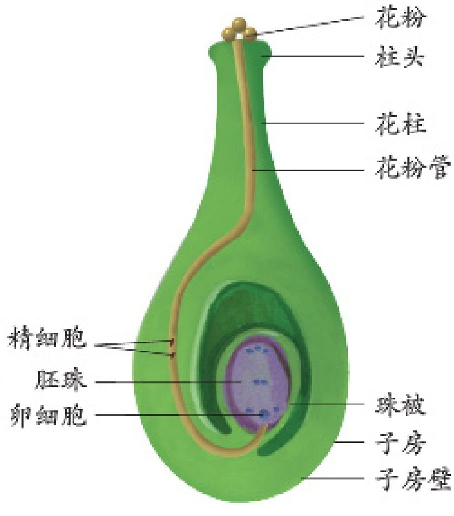


图6-17　被子植物的受精

实验1

观察花粉粒的萌发

目标

1. 观察花粉粒的大小和形状。
2. 学会花粉粒的培养方法。
3. 观察被子植物花粉粒的萌发情况。

器材

百合花或其他被子植物的成熟花药；质量百分比浓度不同的蔗糖溶液（5%～10%）；1% 硼酸溶液；显微镜、载玻片、盖玻片、滴管、镊子、培养皿等。

过程

1. 在若干块载玻片上分别滴一滴质量百分比浓度不同的蔗糖溶液，然后加一滴 1% 硼酸溶液。
2. 选取即将开放的百合或其他植物的花蕾，用镊子小心地取出花药，将花粉散布在载玻片上的溶液中，盖上盖玻片。在显微镜下观察花粉粒形态，注意花粉粒的大小和形状是否均匀。
3. 将上述载玻片放到培养皿中，盖好培养皿以保持花粉环境的湿润和温暖，培养时间为 0.5～1 h。
4. 观察花粉粒萌发状况，统计花粉粒萌发率。

讨论

1. 描述花粉粒萌发生长情况。
2. 比较不同质量百分比浓度的蔗糖溶液中花粉粒的生长情况和萌发率，能够说明什么问题？

6.6 果实和种子的形成与散播

如果你连续观察花开花谢的过程，就会发现，许多花在凋谢以后，就在花着生的位置出现小小的果实。因此，开花和结果是一个连续的过程。花是怎样变成果实的呢？

6.6.1　果实和种子的形成

受精作用完成后，花朵内的子房逐渐增大，发育形成果实。其中的子房壁形成果皮，子房内的胚珠发育成种子。而其他各花器则纷纷凋谢脱落，或残存在果实上。

读 图

观察图6-18，填写果实和种子分别是由花中的哪一部分发育形成的？

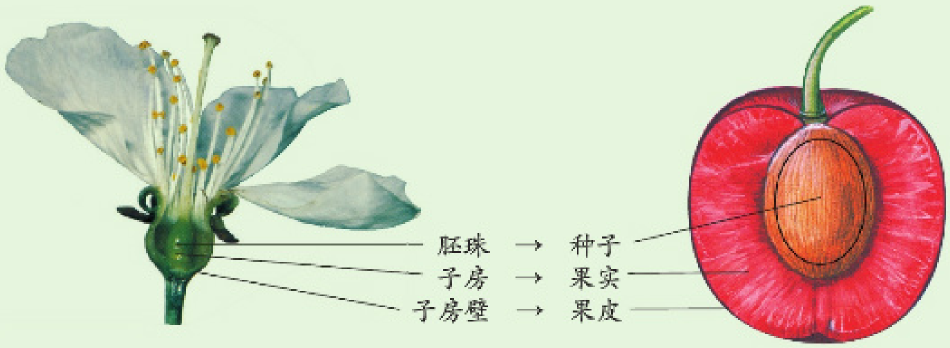
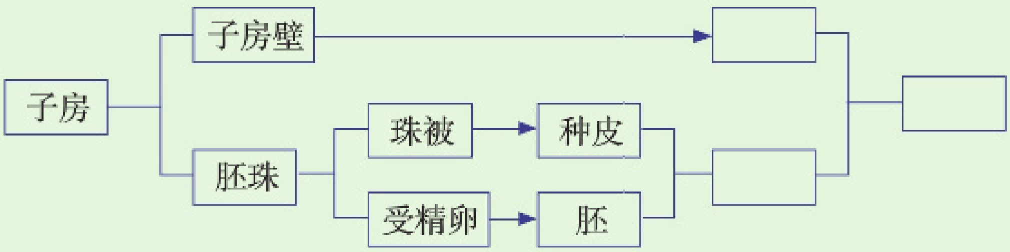


图6-18　果实和种子的形成



种子中的胚是由胚珠内的受精卵经多次细胞分裂，并经组织分化发育而成的。胚珠的其余部分发育成种皮和胚乳，种皮保护胚，胚乳中贮藏着营养物质。有的植物（如玉米、小麦、蓖麻、柿等）的种子成熟时，仍具有胚乳；有的植物（如菜豆、棉花、黄瓜、橘等）在种子形成过程中，胚乳里的营养物质被子叶吸收并贮藏在子叶里，成熟的种子没有胚乳。

吃过桃子和西瓜的人都知道，一个桃子里有一粒种子，而一个西瓜里有很多种子。同样是一个果实，为什么种子的数量会不同呢？

原来，在被子植物的子房中，有的只有一个胚珠，受精后，形成一粒种子；有的有多个胚珠，受精后，可以形成多粒种子。（图 6-19）

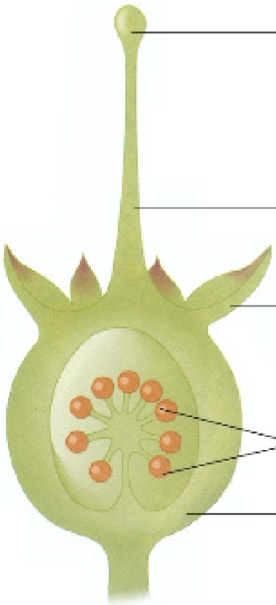


图6-19　多胚珠子房

想一想

植物的花、果实和种子与人们的生活和生产有着十分密切的关系。你能说说人们利用植物的花、果实和种子的情况吗？

小档案

天然无籽果实

大部分香蕉、黄梨等植物的果实中没有种子，是天然的无籽果实。这些植物的祖先都是靠种子繁殖的，但是由于种种原因发生变异，结出无籽果实。人类在农业生产中发现了这些无籽果实，就采用营养繁殖的方式将植株栽培保存下来，形成了我们现在看到的无籽品种。因为无籽果实不形成种子，所以这些品种只能靠扦插、分根和嫁接等营养繁殖的方式进行繁育。

那么，这些无籽果实的子房是如何发育成果实的呢？研究表明，雌蕊受粉后，在胚珠发育成种子的过程中，发育中的种子会合成大量的生长素。只有在这些生长素的作用下，子房才能发育成果实。而这些无籽品种，由于在开花后期子房合成的生长素多，不需要外源生长素或花粉刺激就可直接发育成无籽果实。

6.6.2 果实和种子的散播

陆生植物由于不能自由移动到别处，所以常局限地生长在某个区域，日久之后会形成植株过密的现象。在自然界，植物往往通过风、动物、水、自动弹力等媒介将种子散播。散播的种子遇到合适的环境，便萌发生长并繁衍后代。

葡萄、芒果、红毛丹、榴梿、桃、石榴等果实芬芳甜美，能诱使一些动物如蝙蝠、松鼠、鸟、人等前来取食。当它们食用果肉之后，常将剩余不能消化的坚硬种子丢弃，无形中替植物传播了种子。有些果实特化成刺状（如苍耳、竹节草）或能分泌黏液（如雀稗草），可轻易附着于动物身上，随之散播。在树林、草丛中，经常可以看到松鼠和蚂蚁等小动物在忙碌地储藏食物。它们把收集到的果实和种子搬运到自己的“粮库”里，或秘密地埋藏起来，这在无形中帮助植物完成了种子的散播。



桃　石榴　苍耳　雀稗草

图6-20　靠动物传播种子的果实

蒲公英的种子上有白色冠毛结成的绒球；火焰木、龙脑香、木蝴蝶等果实或种子的结构轻便，它们可被风吹送散播。



蒲公英　龙脑香　木蝴蝶

图6-21　靠风传播的种子

通过水流散播的种子也不少。例如，椰子和莲蓬的内部有大量的空隙，里面充满空气，可以随波逐流而散播。

除此之外，还有一些种子是靠果实自身的力量散播的。如橡胶，当它的果实成熟时会裂开，将果实里的种子弹射出去；凤仙花和绿豆等植物的果实成熟时会蜷曲崩裂，将种子弹射出去。



图6-22　通过水流传播的种子



橡胶果实　　凤仙花果实弹射出种子

图6-23　自动弹射

本章提要

1. 种子主要由种皮和胚组成。胚是新植株的幼体，由子叶、胚芽、胚轴和胚根组成。菜豆等植物种子的子叶肥厚，贮藏着大量的营养物质，为种子的萌发提供营养。玉米等植物的种子除了胚和种皮外，还具有贮藏营养物质的胚乳。根据种子中子叶数目的不同，被子植物又可以分为双子叶植物和单子叶植物两大类。
2. 种子的萌发既需要一定的内部条件（完整、有生命力的胚），又需要适量的水、充足的空气和适宜的温度等外部环境条件。种子萌发时，胚根首先伸长，发育成根。胚芽逐渐发育成茎，茎上生叶。

3. 幼苗的主根是由胚根发育而成的。植物的根尖由根冠、分生区、伸长区和根毛区（成熟区）组成。分生区细胞的分裂和伸长区细胞的伸长是植物根生长的主要原因。
4. 茎和叶是由胚芽发育成的，茎的生长是顶芽的生长点细胞分裂和伸长的结果。
5. 植物的一生，要经历生长、发育、繁殖、衰老和死亡的过程。
6. 花、果实和种子具有生殖功能。花的基本结构包括雄蕊、雌蕊、花瓣、萼片等，其中雄蕊和雌蕊是花的主要部分。
7. 花药里散出的花粉以一定方式传送到雌蕊柱头上，这个过程叫做传粉，包括自花传粉和异花传粉。在自然条件下，风和昆虫是两种最主要的传粉媒介。根据传粉的不同途径，可将花分成虫媒花、风媒花、水媒花等。
8. 卵细胞与精细胞结合形成受精卵的过程，叫做受精作用。
9. 植物的果实是由子房发育而成的，种子是由胚珠发育而来的。果实由果皮和种子组成。
10. 植物通过风、动物、水等媒介或自动弹射的方法，将种子散播。在合适的条件下，种子会萌发生长并繁衍后代。

练 习 题

一、选择题

1. 种子的胚包括（　）。
   A. 胚芽、胚轴、胚根、子叶　　B. 胚芽、胚轴、胚根、胚乳
   C. 胚芽、胚轴、胚根、种皮　　D. 胚芽、胚根、子叶、胚乳

2. 种子萌发必需的外界条件是（　　）。
   A. 充足的水分和空气　　B. 阳光、二氧化碳和水
   C. 氧气、水分和阳光　　D. 适宜的温度、氧气和水分

3. 下列有关种子萌发的说法，正确的是（　　）。
   A. 种子萌发时最先伸长并突出种皮的是胚根
   B. 只要外界条件适宜，种子都能萌发
   C. 种子萌发时子叶、胚乳都留在土中
   D. 幼苗的叶子是由种子中的子叶发育而成

4. 根不断长长的原因是（　　）。

A. 分生区和伸长区细胞的分裂

B. 分生区细胞的分裂和伸长区细胞的长长

C. 分生区和伸长区细胞的长长

D. 分生区细胞的长长和伸长区细胞的分裂



图6-24

5. 下列哪一种植物的根与图6-24所示的根是相似的？（　　）。

A. 黄豆　　B. 小麦

C. 芒果　　D. 橡胶

6. 花的主要功能是（　　）。

A. 供人观赏　　B. 产生花粉

C. 吸引昆虫　　D. 形成果实与种子

7. 精细胞和卵细胞的结合称为（　　）。

A. 传粉　　B. 受精　　C. 生长　　D. 发育

8. 在开花前把桃花甲去掉雌蕊，桃花乙去掉雄蕊，桃花丙不做处理。将甲、乙、丙三朵花分别用透明塑料袋罩上，扎紧袋口，结果是（　　）。

A. 甲不能结果，乙能结果，丙能结果

B. 甲不能结果，乙不能结果，丙能结果

C. 甲不能结果，乙能结果，丙不能结果

D. 甲能结果，乙不能结果，丙不能结果

9. 果实是由花的哪一部分发育而来的？（　　）。

A. 胚珠　　B. 子房　　C. 花药　　D. 花瓣

10. 日常食用的花生米是由花中的哪种结构发育而来的？（　　）。

A. 子房　　B. 胚珠　　C. 柱头　　D. 花柱

二、简答题

1. 如果你到种子公司购买当年作物播种所需要的种子，你应当怎样挑选种子？

2. 各种农作物和花卉，都要在一定的季节播种，并且要播在湿润疏松的土壤中。为什么要这样做？

3. 为什么移栽幼苗时，一般要带土？

4. 在从花到果实的发育过程中，花的各部分结构产生什么变化？用连线的方式表示出来。

受精卵　　子房壁　　子房　　胚珠　　花瓣　　雄蕊　　花柱

果实　　果皮　　种子　　胚　　凋落

第三单元

生命活动的有序进行

第7章 人体的激素调节

学习目标

1. 知道激素和各激素的功能。
2. 认识内分泌系统和它的功能。
3. 认识肾上腺、脑垂腺、甲状腺、胰岛和性腺及其位置。



本章概念图

- 人体的激素调节
  - 内分泌腺和激素
    - 内分泌腺：脑垂腺、甲状腺、胰岛、肾上腺、性腺
    - 激素：生长激素、甲状腺激素、胰岛素、肾上腺素、性激素
  - 激素调节
    - 脑垂腺：生长激素—调节生长发育
    - 甲状腺：甲状腺激素—调节发育与代谢
    - 胰岛：胰岛素—调节血糖浓度

7.1 内分泌腺和激素

我们知道，雄性激素和雌性激素能够分别促进男、女性器官的发育，并促使人体出现其他性别特征。在这个过程中，性激素参与了人体生命活动的调节。实际上，除性激素外，人体内还有多种激素，它们都具有重要的调节作用。

细胞将其合成的物质释放出来的过程叫做分泌。由具有分泌功能的细胞组成的组织或器官叫做腺体。有的腺体具有导管，将细胞的分泌物通过导管排出来，这样的腺体叫做外分泌腺（exocrine glands），如唾液腺、胃腺、肠腺。有的腺体无导管，其分泌物可直接进入细胞周围的毛细血管里，随血液循环送到全身，这类腺体称为内分泌腺（endocrine glands）。睾丸、卵巢都是内分泌腺。由人体内的各种内分泌腺构成了人体的内分泌系统（endocrine system）。

读图

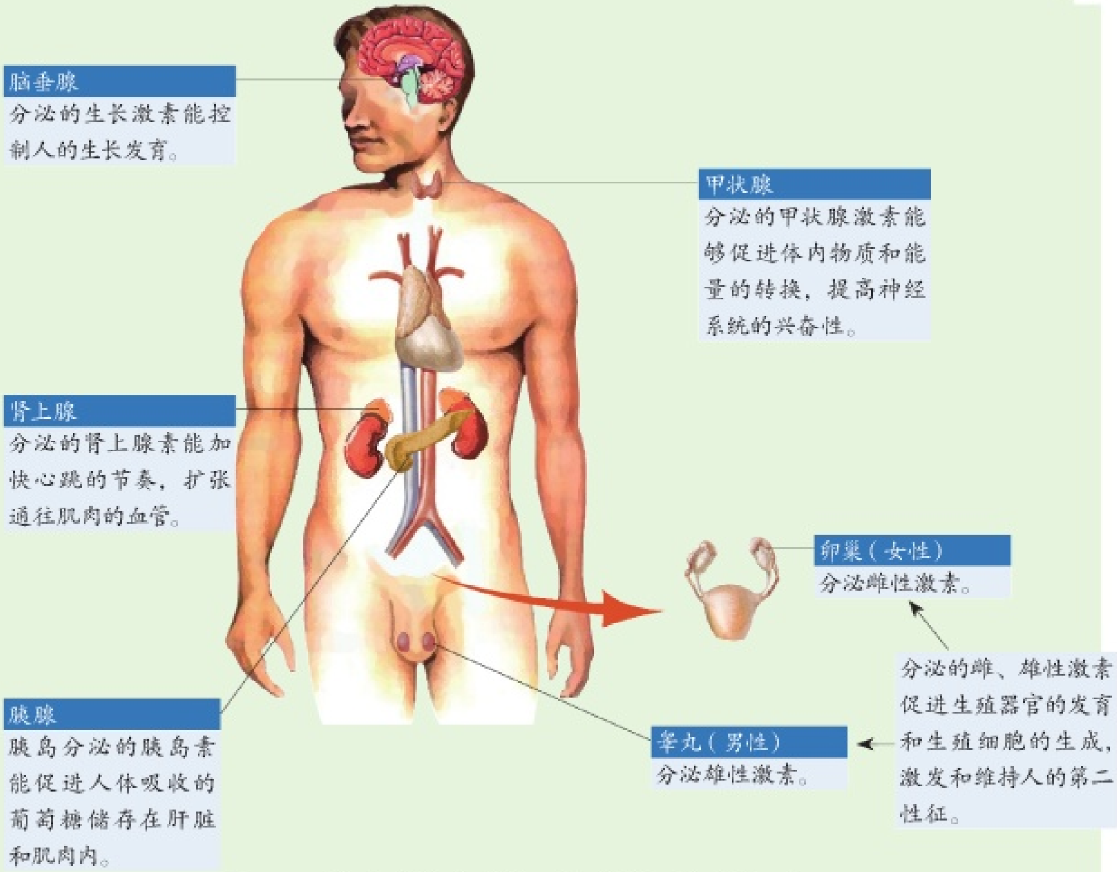


图7-1 构成人体内分泌系统的主要内分泌腺

1. 人体主要有哪些内分泌腺？它们分别分泌哪些激素？
2. 哪几种激素与人体的生长有关？哪几种激素与生殖有关？

在人体内，由内分泌腺所分泌的具有重要调节作用的物质，叫做激素(hormone)。激素在血液中含量极其微少，通常每 100 mL 血液中只有几微克，但它们所产生的调节作用却非常显著，特别是对于新陈代谢、生长发育和生殖等基本生命活动来说，激素的调节作用是不可缺少的。

脑垂腺、甲状腺、肾上腺、胰腺中的胰岛、女性的卵巢、男性的睾丸等都是内分泌腺（图 7-1）。不同的内分泌腺分泌的激素不同，不同的激素具有各自的生理功能，它们与神经系统一起调节人体内的各种生理活动。

小档案

植物激素

植物体内也有激素。植物激素是指一些在植物体内合成的、能对植物的生命活动产生显著调节作用的微量有机物。目前已经发现的植物激素有许多种。

生长素是发现和研究得最早的一种植物激素，它能加快植物细胞的生长、促进果实发育、促进扦插的枝条生根。植物的很多部位都能产生生长素，如茎尖、幼叶、胚等。生长素的分布也很广，在根、茎、叶、花、果实和种子中都存在，生长旺盛的部分一般分布较多。

除生长素外，植物激素还有赤霉素、细胞分裂素、脱落酸和乙烯等。赤霉素（GA）能引起植株快速生长，并具有解除休眠和促进花粉萌发等生理功能；细胞分裂素（CTK）的主要生理作用是促进细胞分裂和组织分化，延缓衰老；脱落酸（ABA）能抑制植物细胞分裂和种子的萌发，促进花、果实和叶的衰老和脱落；乙烯（ETH）是在果实成熟的特定阶段释放的，能促进果实的成熟。

自然界中的植物千姿百态、形态各异，但植株各部分的生长却很协调，这是植物体内多种激素共同调节的结果。

7.2 脑垂腺和甲状腺的调节作用

你知道什么内分泌腺能对人的生长发育起调节作用吗？

7.2.1 脑垂腺调节生长发育

脑垂腺在脑的底部，大小如豌豆。脑垂腺能分泌多种激素，调节人体的新陈代谢和生长发育，并能调节其他内分泌腺的活动。例如，它分泌的生长激素，能调节人体的生长发育。正常人体内生长激素的量在不同年龄段会发生变化，处在生长较快年龄阶段的人，血液中生长激素的含量也较高，而生长缓慢时生长激素的含量也低。



图7-2 生长激素分泌异常导致的侏儒症（右）、巨人症（中）与正常人（左）的比较

如果幼年时期生长激素分泌过多，就会使骨骼生长加快，导致过度生长，身高会明显高于正常人（可能达到 260 cm 以上），叫做巨人症。如果幼年时期生长激素分泌不足，则生长发育明显迟缓，身高会显著低于正常水平（常低于 100 cm），叫做侏儒症（图 7-2）。由于生长激素对脑的发育没有明显的影响，因此，侏儒症患者智力发育仍然正常。如果已经到了成年阶段，生长激素异常增多，会引起肢体端部器官显著地生长，表现出手、脚、鼻、舌、颌等部位和一些内脏器官增长、肥大，这叫做肢端肥大症。

7.2.2 甲状腺调节发育与代谢

甲状腺是人体内最大的内分泌腺，位于颈前部、喉和气管的两侧，分左右两叶，呈蝴蝶形。甲状腺分泌的激素叫甲状腺激素。甲状腺激素的主要作用是：促进生长发育；促进新陈代谢，加快体内物质的氧化分解；提高神经系统的兴奋性。

如果在婴、幼儿时期甲状腺激素分泌过少，就会患呆小症：身材矮小、智力低下、生殖器官发育不全。成年人甲状腺激素分泌不足，会使人表现出甲状腺功能低下的症状：代谢缓慢，体温偏低，体态臃肿，表情呆滞，心率和呼吸频率偏低，智力水平减退等。若甲状腺激素分泌过多，会使人表现出甲状腺功能亢进的症状：代谢亢进，体内物质氧化分解过快，食量大增而身体却逐渐消瘦，神经系统的兴奋性过高，情绪易于激动，失眠健忘，心率和呼吸频率偏高等。

想一想

侏儒症和呆小症患者的症状有什么异同？它们的病因分别是什么？

甲状腺激素的合成需要碘，有些地区饮食里缺少碘，合成甲状腺激素的原料不足，引起甲状腺增生肿大，这种病叫地方性甲状腺肿（俗称“大脖子病”，图 7-3）。得了这种病的人脖子肿大，呼吸困难，劳动时心跳快，气短。采用食盐里加碘的方法是防治地方性甲状腺肿的有效措施。此外，常吃含碘丰富的海带等海生植物，对防治这种病也很有好处。

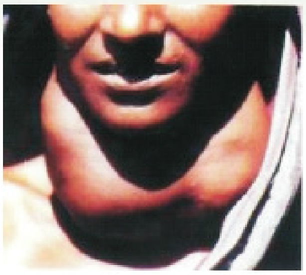


图7-3　甲状腺肿大

7.3　胰岛调节血糖浓度

葡萄糖是人体活细胞的能量来源，是主要的供能物质。人体血液中的葡萄糖叫做血糖。通常情况下，稻米和面粉是我们的主食，其中的主要成分是淀粉。淀粉被消化后成为葡萄糖，葡萄糖被吸收进入血液就是血糖。大多数人的饮食习惯为一日三餐，我们可以做出如下假设：一天中血糖的含量应有三个明显的起伏。然而，科学家在分析了人一天的血糖浓度后，结果与上述假设并不一致，血糖浓度并没有出现很大的波动。这是为什么呢？

读 图

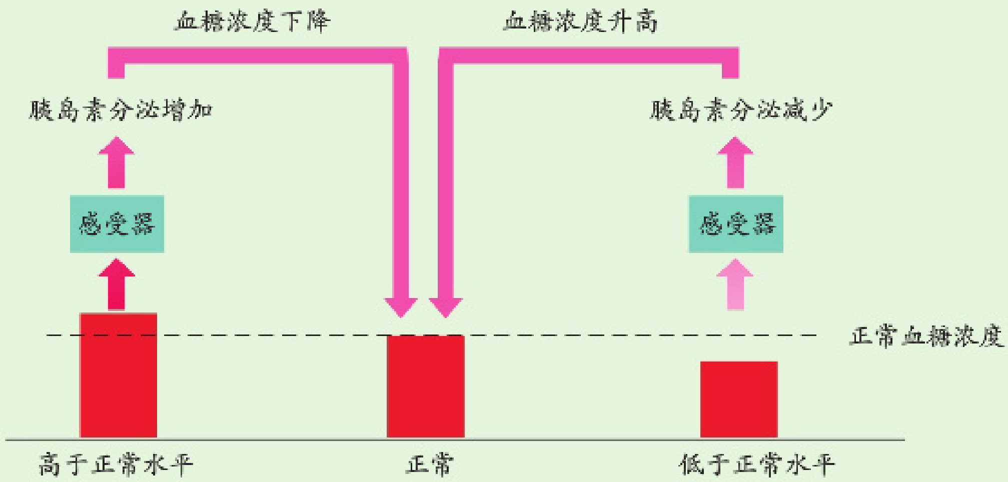


图7-4　人体内血糖浓度的调节过程

当血液中葡萄糖含量上升时，____________分泌增加，以促使血糖浓度____________；当血液中葡萄糖含量下降时，____________分泌减少，使血糖浓度____________，从而使血糖维持在正常水平。

从图 7–4 中我们知道，胰岛素在血糖浓度的调节中起着重要作用。那么，人体中的胰岛素是哪里来的呢？原来，人体内的胰腺可以分为外分泌部和内分泌部。内分泌部是指散生在胰腺中的一个个腺细胞团，叫胰岛，它能分泌胰岛素等激素。胰岛素的主要功能是加速血糖的分解，促进人体将葡萄糖转化为糖原储存在肝脏和肌肉内。因此，只要控制胰岛素等激素的分泌量，就可以控制血糖浓度。正常人体中，血糖浓度正是在胰岛素等激素和神经系统的协同调节下，维持相对稳定的状态。这种稳定状态对保证人体各种组织和器官的能量供应，保持人体健康有着非常重要的意义。

想一想

当胰岛素分泌不足时，如何设法控制血糖浓度的平衡？

当人体内胰岛素分泌不足时，血糖浓度会明显升高，此时葡萄糖会随尿液排出，形成糖尿病。

活 动 1

了解一下，你的亲属中是否有人患糖尿病。如果有的话，他们在控制饮食、避免过度紧张和疲劳、适当锻炼身体、坚持药物治疗以及定期检测血糖等方面做得如何？

小档案

胰岛素的发现与人工合成

1889 年，德国的敏柯斯基（Oskar Minkowski）首次发现了胰腺和糖尿病的关联后，就不断有人尝试分离胰腺的“神秘内分泌物质”。1921 年，加拿大多伦多医学院的雷克·班廷（Frederick Banting）和白斯特（Charles Best）发现了胰岛素，他们还研究出在酸性和冷冻条件下，用酒精直接从动物（主要是牛）胰腺中提取胰岛素的方法。1923 年，诺贝尔奖金委员会决定授予班廷生理学和医学奖。1955 年，英国剑桥大学的弗雷德里克·桑格（Frederick Sanger）用生物降解和标记方法确定了第一个活性蛋白质——牛胰岛素分子的氨基酸连接顺序（一级结构）。因为这项贡献，桑格在 1980 年荣获诺贝尔化学奖。

1965 年 9 月 17 日，中国的研究人员完成了结晶牛胰岛素的全合成。这是世界上第一个人工合成的蛋白质，为人类认识生命、揭开生命奥秘迈出了可喜的一大步。

现在科学家已通过遗传工程技术，把控制合成胰岛素的基因植入大肠杆菌的体内。由于大肠杆菌的繁殖速度快，用大肠杆菌来生产胰岛素，不仅解决了原料不足的困难，而且价格也大大降低，这是遗传工程造福于人类的一个生动事例。

本章提要

1. 脑垂腺、甲状腺、肾上腺、胰腺中的胰岛、女性的卵巢、男性的睾丸等都是内分泌腺，分别分泌生长激素、甲状腺激素、肾上腺素、胰岛素、性激素等。激素是由内分泌腺所分泌的具有重要调节作用的物质，对人体的新陈代谢、生长发育、生殖等生理活动的正常进行起着重要的作用。
2. 睾丸分泌的雄性激素和卵巢分泌的雌性激素，分别能促进男、女生殖器官的发育，激发并维持相关的第二性征。
3. 脑垂腺分泌的生长激素有促进生长的作用，幼年时期生长激素分泌过多会患巨人症，分泌不足会患侏儒症；成年阶段生长激素异常增多会患肢端肥大症。
4. 甲状腺分泌的甲状腺激素，能促进生长发育，促进新陈代谢，加快体内物质的氧化分解、提高神经系统的兴奋性。婴、幼儿时期甲状腺激素分泌过少会患呆小症；若甲状腺激素分泌过多，会使人表现出甲状腺功能亢进（甲亢）；地区性缺碘，会引起甲状腺增生肿大，会患地方性甲状腺肿（俗称“大脖子病”）。
5. 胰岛素由胰岛分泌，具有加速血糖分解、促进人体吸收的葡萄糖储存在肝脏和肌肉内的作用，因而能降低血糖浓度。

练 习 题

一、选择题

1. 下列腺体中，不属于内分泌腺的是（　　）。
   A. 脑垂腺　　B. 肾上腺　　C. 胰岛　　D. 唾液腺

2. 关于动物激素的说法，正确的是（　　）。
   A. 激素由内分泌腺产生后，通过导管释放到血液中
   B. 激素在血液中的含量微少，但调节效能非常显著
   C. 激素能随血液送到全身，对所有组织细胞都起作用
   D. 激素只对某些组织起作用，是因为有专门运输途径

3. 幼年时生长激素分泌不足，可能导致出现（　　）。
   A. 呆小症　B. 侏儒症　C. 巨人症　D. 糖尿病

4. 饭后一段时间，许多营养物质被吸收，这时会引起胰岛素分泌的（　）。
   A. 增多，随后血糖浓度下降　B. 减少，随后血糖浓度上升
   C. 增多，随后血糖浓度上升　D. 减少，随后血糖浓度下降

5. 科研人员分别给三只大白鼠注射了a、b、c三种激素后，观察到的相应反应如表7-1，据此判断激素a、b、c的化学名称依次是（　　）。

表7-1

注射的激素	注射后的反应
a 激素	低血糖，甚至昏迷
b 激素	促进蛋白质的合成，并使软骨生长明显
c 激素	使呼吸、心率加快，并使体内产热量增加

   A. 甲状腺激素、胰岛素、生长激素
   B. 生长激素、甲状腺激素、胰岛素
   C. 胰岛素、生长激素、甲状腺激素
   D. 生长激素、胰岛素、甲状腺激素

二、简答题

1. 简述脑垂腺、甲状腺、胰岛分泌的激素的主要功能。

2. 图7-5为正常人的血糖浓度变化曲线，请据图回答下列问题。
   （1）正常人的血糖浓度范围是多少？
   （2）饭后1h（BC段），血糖浓度出现大幅上升，其原因是什么？
   （3）CD段出现血糖浓度下降的原因是什么？

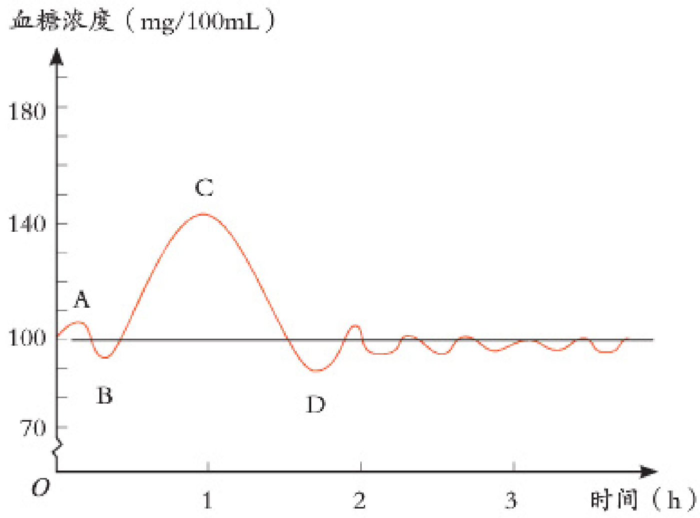


图7-5

第三单元

生命活动的有序进行

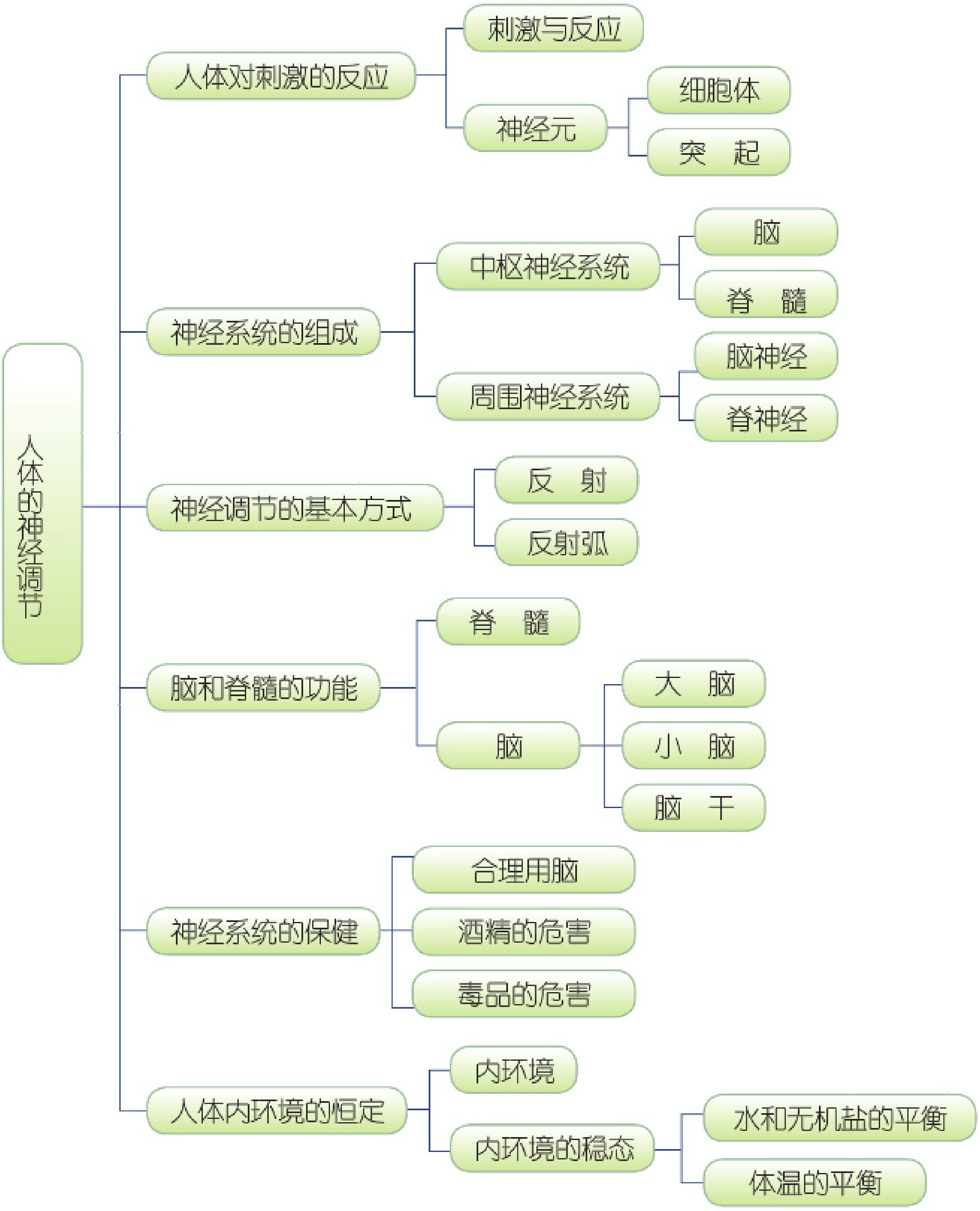
第8章 人体的神经调节

学习目标

1. 认识人体如何接收刺激及接收刺激后的反应。
2. 认识神经系统与运动的关系。
3. 能说出人体神经系统的组成。
4. 能说出反射弧的组成。
5. 知道神经系统与内分泌的关系。
6. 认识毒品和酒精对人体健康的影响。
7. 认识维持生物体内环境恒定的重要性。



本章概念图


人体的神经调节
人体对刺激的反应
刺激与反应
神经元
细胞体
突　起
神经系统的组成
中枢神经系统
脑
脊　髓
周围神经系统
脑神经
脊神经
神经调节的基本方式
反　射
反射弧
脑和脊髓的功能
脊　髓
脑
大　脑
小　脑
脑　干
神经系统的保健
合理用脑
酒精的危害
毒品的危害
人体内环境的恒定
内环境
内环境的稳态
水和无机盐的平衡
体温的平衡

8.1 人体对刺激的反应

驾驶员看见红灯会刹车；手碰到烫的杯子，会很快地缩回；人被石头绊倒时，双手会迅速伸出。当我们接受到外部环境中的的信号或刺激时，身体的有关部位会对刺激做出一定的反应。从外界刺激到身体做出反应，这个过程是怎样进行的呢？

8.1.1 刺激与反应

上述实例中的“红灯”、“烫的杯子”、“石头”，都能被人体感受并引起机体发生反应，环境中的这些信号统称为刺激。“刹车”、“缩回”、“双手迅速伸出”都是人体对相应刺激的“反应”。通过实验和观察，科学家们发现人体对每个“刺激”都会做出相应的“反应”。这些感觉和反应主要都是由神经系统来控制和调节的。

活动 1

1. 两个同学如图 8-1 做好准备（0 刻度端朝下），测试者突然松开直尺，被测试者要仅用拇指和食指将尺夹住。
2. 记录被测试者捏住尺的那个位置的刻度。再重复做 2 次，求出 3 次实验结果的平均值。被测试者接到的地方越靠近尺的下端，说明他的反应越快。
3. 让被测试者按 2、4、6、8 这样的顺序数到 100 的同时，重复上述实验，求出被测试者数数时夹住尺上与 0 刻度距离的平均值。
4. 被测试者闭上眼睛重复上述实验步骤 1 和 2。测试者在放开直尺的一刹那发出声音，给被测试者一个信号。测 3 次，求平均值。

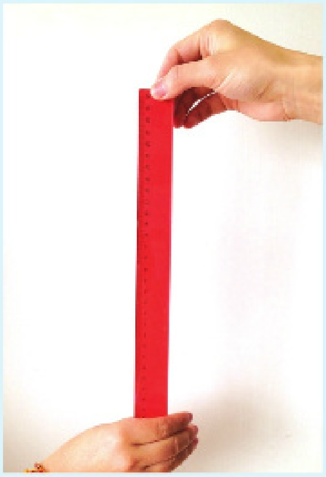


图8-1 反应快慢的测试

表8–2

序号	张开眼睛，不数数字				张开眼睛，数数字				闭上眼睛，不数数字			
	第1次	第2次	第3次	平均值	第1次	第2次	第3次	平均值	第1次	第2次	第3次	平均值
刻度距离												

讨论：

1. 在上述活动步骤 2 中，被测试者有哪些器官参与了接受信息和做出反应？步骤 4 中参与的器官与步骤 2 有什么不同？
2. 在步骤 3 中，数数对反应时间有什么影响？
3. 比较步骤 2 和步骤 4 的反应时间，哪种情况的反应时间更短？通过比较，关于人对不同信号的反应，你能得出什么结论？

人体对刺激做出反应的过程需要许多器官或组织参与，如眼、耳、鼻、皮肤、神经、脑、脊髓和运动器官等。就是说，对刺激做出反应是人体许多器官协同作用的结果。

8.1.2 刺激的接受和神经冲动的形成及传导

在眼的视网膜上有感光细胞能接受光的刺激，在鼻黏膜上有嗅觉细胞能接受气味的刺激，在味蕾中有味觉细胞能接受化学物质的刺激，这些细胞都属于神经细胞，神经细胞也叫做神经元（neuron）。

读 图

观察图8-2，认识神经元各部分的结构。与人体的其他细胞相比，神经元的形态、结构有什么特点？

神经元是神经系统的基本结构和功能单位。神经元的结构包括细胞体和突起两部分，突起可分为树突和轴突。神经元的树突一般比较短，分支多，能接受刺激，并将冲动传向细胞体。轴突比较长，可将冲动从细胞体传出。

神经末梢是神经元的轴突或长的树突末端的细小分枝，人依靠各种感受器来感知外界环境中的刺激，人体里最简单的一类感受器就是树突的神经末梢。例如，皮肤中感觉触摸、压力、疼痛、冷、热、肌肉张力的就是这类感受器。另一类感受器是由一些特化了的感觉细胞组成的，如味觉感受器和嗅觉感受器。还有一些感受器带有复杂的附属结构，如耳和眼睛。但它们都是依靠树突的神经末梢来接受外界刺激的。

神经元受到刺激后能产生兴奋，并且能把这种兴奋由树突传递到轴突末梢，再传递给其他的神经元、肌肉和腺体。这种能传导的兴奋，叫做神经冲动。在神经调节中，兴奋就是以神经冲动的形式传导的。

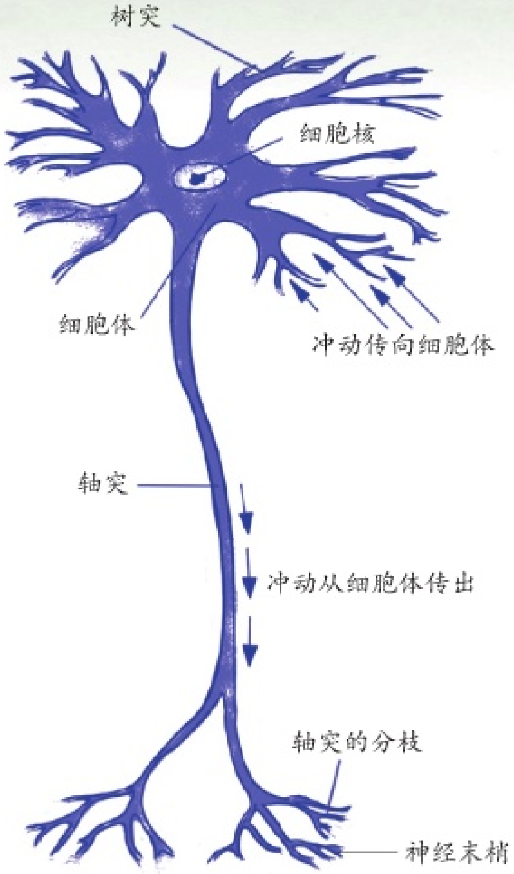


图8-2 神经元

神经元依其功能可分为运动神经元、联络神经元和感觉神经元。人体内有数以亿计的神经元。各个神经元的突起末端都与多个神经元的突起相连接，形成非常复杂的网络。从信息的角度看，所谓接受外界刺激，就是神经元接受刺激后产生相应的信息（冲动）；所谓对刺激做出反应，就是神经系统经历传导信息→处理信息→传导信息→做出反应的过程。因此，这个复杂的网络就是人体内的信息传递和处理系统。

想一想

神经元有哪些结构特点与它的传导兴奋的功能相适应？

8.2 神经系统的组成和反射弧

我们写字时，手指会灵巧地握住笔，手臂会自然弯曲成合适的角度放在桌子上，眼睛会“自动聚焦”让视线集中在所写的文字上，然后大脑会认真思考和组织我们所写的文字。这些复杂的活动都是靠神经系统来协调的。

8.2.1 神经系统的组成

神经系统为什么有那么完善的调节作用呢？这与神经系统的组成有关。

读图

观察图8-3，说说神经系统主要由哪几部分组成？它们各有什么功能？

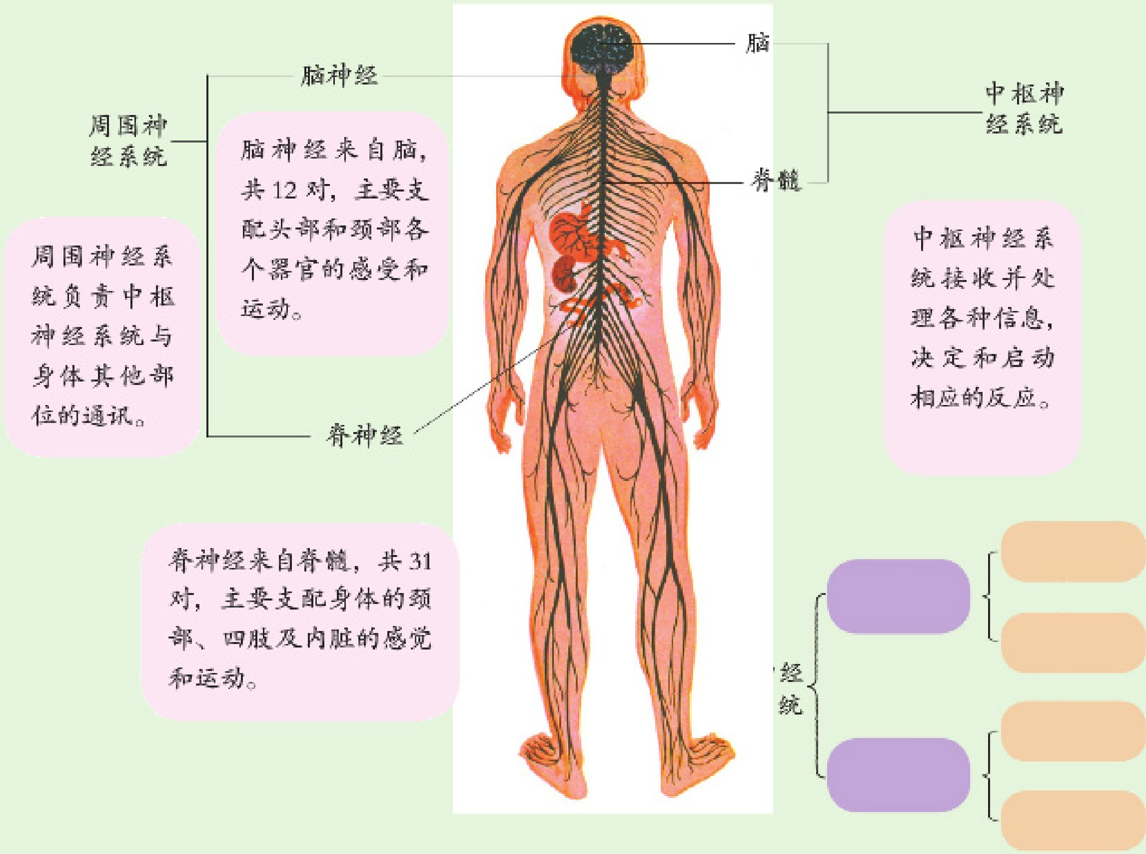


图8-3 人的神经系统

人的神经系统（nervous system）分为中枢神经系统（central nervous system）和周围神经系统（peripheral nervous system）两部分。中枢神经系统包括脑（brain）和脊髓（spinal cord）。从脑和脊髓发出的，遍布全身各处的神经叫周围神经系统。周围神经系统随时将外界环境和身体内部的变化传给中枢神经系统，同时将中枢神经系统对变化做出反应的“指令”传达到具体执行的器官。这样，神经系统就能使人体对外界环境的变化做出及时的反应。

神经系统的主要功能是调节人体的各种生命活动。通过神经系统，人体不仅能对外来的各种刺激发生反应，而且对体内环境的微小变化，也会做出迅速、准确的反应。例如，当我们剧烈运动时，不仅身体的肌肉活动加强，而且呼吸、循环等内脏器官系统的活动也会相应地加强。这些都是人体神经系统进行调节的结果。

8.2.2　反射与反射弧

当我们的手无意中碰到高温的物体时，手就会立即缩回来；当飞来的小昆虫碰到了我们的眼睫毛时，我们就会眨眼睛。在这些过程中，神经系统是怎么进行调节的，神经调节的基本方式是什么呢？

读 图

如图8-4所示，当手碰到高温物体后，首先通过__________感觉高温，产生神经冲动，然后经__________传导进入______，再通过__________传达到__________，手便会立即缩回。

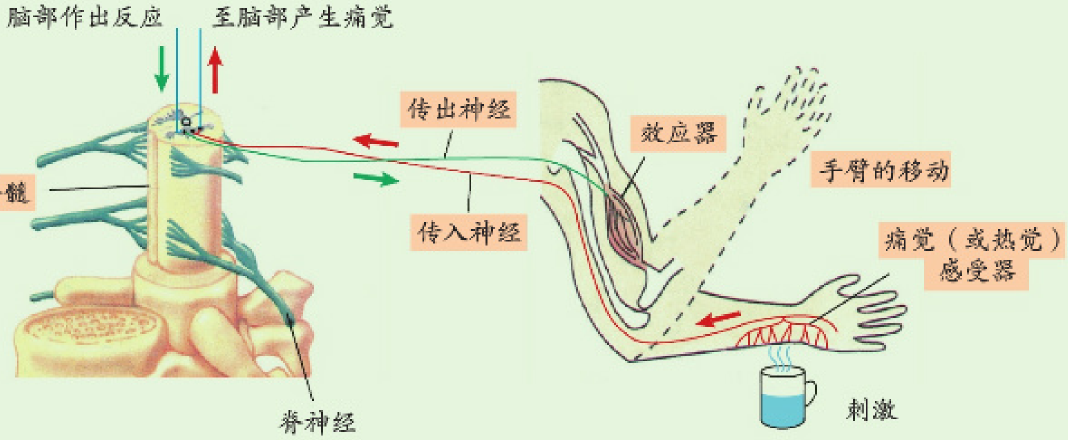


图8-4　缩手的反射过程

手迅速缩回是对高温刺激的反应，我们把人体通过神经系统对各种刺激作出反应的过程叫做反射(reflect)。反射是神经调节的基本方式。

像完成缩手反射活动那样的神经结构，叫做反射弧（reflex arc）。它包括感受器、传入神经、神经中枢（nervous centre）、传出神经、效应器五个部分（图 8-5）。感受器是指感觉神经末梢或接受刺激的结构。效应器是指运动神经末梢所支配的肌肉或腺体等。

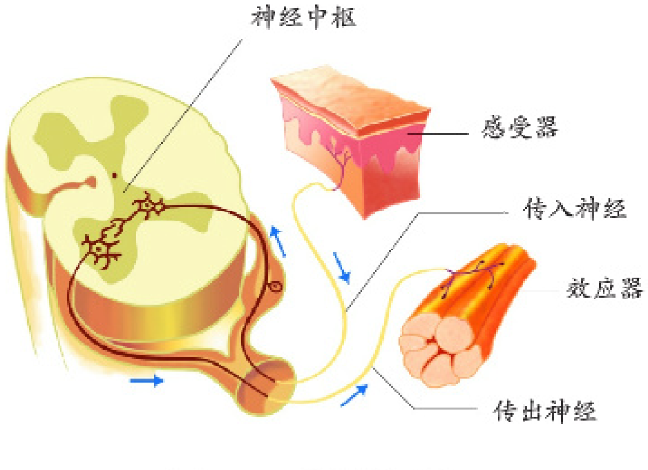


图8-5　反射弧模式图

反射活动需要通过反射弧才能实现，不同的反射有不同的反射弧。

想一想

1. 手遇到烫的物体就会缩回，这种反射对人体有什么意义？
2. 缩手反射过程与“驾驶员看见红灯刹车”的反射过程有什么不同？

缩手反射是对刺激的一种自动应答，它发生在刺激尚未被大脑接收并做出解释之前。这样就缩短了作出反应的时间。因此缩手反射是天生的、迅速的、不自觉的反应。

反射现象在生活中普遍可见，除了缩手反射外，还有很多反射，如婴儿一生下来就会吮奶（吸吮反射）；遇有外界刺激，人会自动眨眼（眨眼反射）；吃酸梅时人就会大量分泌唾液等。反射弧的五个环节缺一不可，任何一个环节出现障碍，反射活动就不能正常进行。所以，在医院里，医生也经常用测试各种反射的方法来检查神经系统是否患有相应的疾病。

活动 2

一个同学坐在椅子上，卷起一条裤腿，露出膝盖，让它自然地搭在另一条腿上。另一个同学用手或带橡皮头的小槌轻轻地敲击膝盖下面的韧带（图8-6）。

你观察到的现象是：__________________________________。

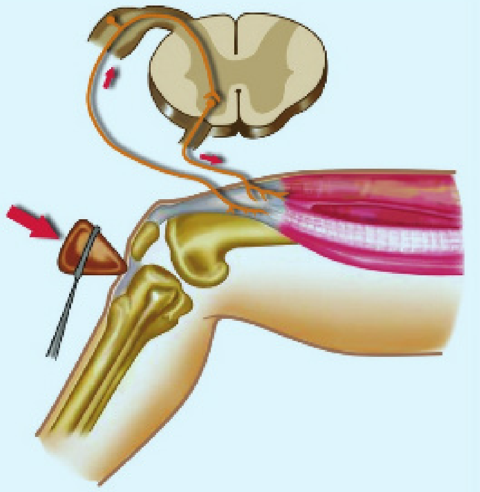


图8-6　膝跳反射

讨论：

1. 上述实验的反射活动叫做膝跳反射。膝跳反射的反射弧是__________。
2. 膝跳反射是我们检查身体时常用的方法。通过检查膝跳反射可以达到什么目的？

8.3 脊髓和脑

人在走路碰到障碍时，会迅速地绕开障碍。在接受了环境变化的信息后，还需要迅速处理信息、作出决定，并根据决定快速行动。人体的脑和脊髓承担着处理信息的重任。

8.3.1 脊髓的结构与功能

脊髓位于脊柱（spinal column）的椎管内，呈扁圆柱形（图 8-7）。上端与脑相连，下端与第一腰椎下缘齐平。脊髓由白质（white matter）和灰质（grey matter）两部分组成。灰质在脊髓的中央，呈蝶形，是神经元细胞体集中的地方，内有许多神经中枢。白质在灰质周围，由神经纤维集合而成，组成白质的神经纤维，连结脑和脊髓各节段，并发出神经连通各器官。由脊髓发出的 31 对脊神经，分布在躯干和四肢的皮肤、肌肉里，从而实现脊髓对这些部位的调节功能。

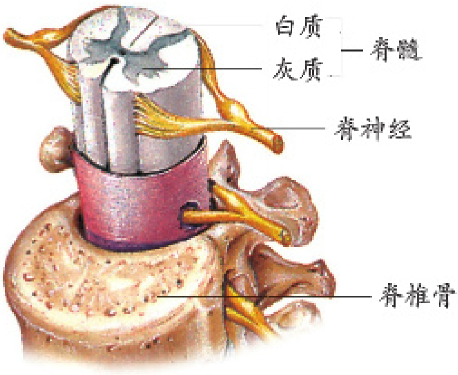


图8-7 脊髓剖面图

活动 3

1. 两人一组做缩手反射实验。首先让甲同学伸出手，闭上眼；乙同学用笔尖（或牙签）轻刺甲的手指尖。甲同学有什么反应？
2. 请甲同学谈谈缩手反射和感觉疼痛哪个在前，哪个在后？这说明脊髓具有什么功能？

脊髓有许多躯体和内脏反射的神经中枢（如人的排便、排尿），能完成躯体和内脏的一些反射活动。

脊髓除了能对身体内外的刺激发生有规律的反应外，还能把有关信息传递给大脑，是脑与躯干、内脏之间的重要信息传递通道。

我们身体接受的大部分信息（除头部之外），都必须通过脊髓传到大脑，大脑发出的命令也由脊髓传递给身体各部分。以神经冲动的形式进行的信息传导，其路径如图 8-8 所示。假如脊髓的某个部位受到损伤，它所控制的身体相应部位的感觉就会丧失或行动会瘫痪。例如，严重的颈椎病会使颈椎里脊髓受到挤压，造成全身瘫痪；腰部脊髓受伤，腰以下的身体就有可能瘫痪；脊髓灰质炎病毒通过消化道或呼吸道侵入婴儿脊髓，并破坏脊髓中的运动神经元，会引起肢体萎缩、畸形等后遗症，这就是脊髓灰质炎（也叫小儿麻痹症）。

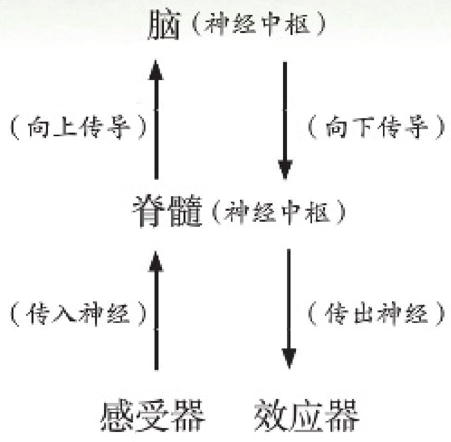


图8-8　人体的信息传导路径

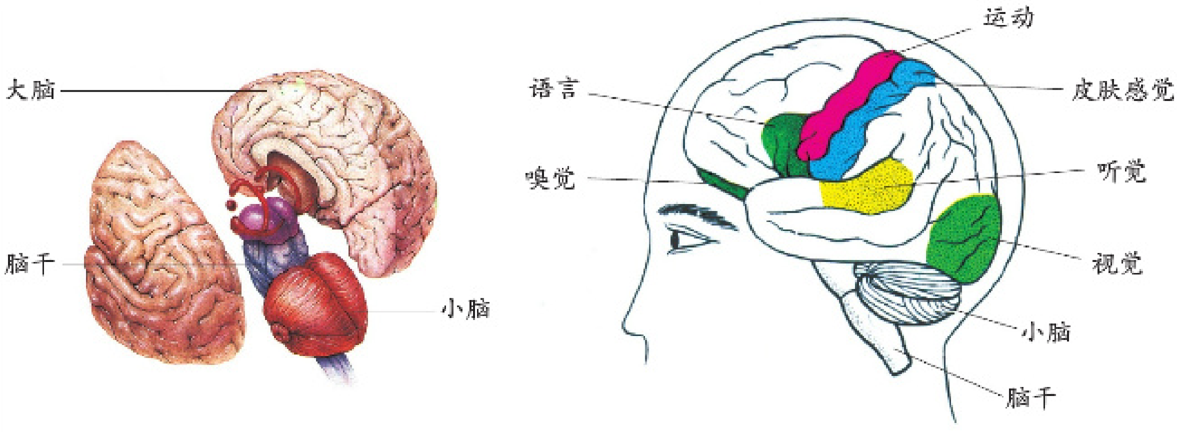
想一想

某人由于车祸不幸导致脊髓从胸部折断，结果出现大小便失禁。试分析其原因。

8.3.2　脑的结构与功能

人的脑分为大脑、小脑和脑干三部分，分别管理人体不同部位的功能。

大脑（brain）是人的中枢神经系统中最大的部分，由左、右两半球组成。



人脑的纵剖面　　　　大脑皮层不同的功能区

图8-9　人脑的结构

大脑可以接受来自小脑、脑干和脊髓的上行传导冲动，同时也发出下行传导冲动到达下级各中枢部位。

人体所接收的信息主要是在大脑进行处理的。大脑的两个半球分别掌管人体的不同活动。左脑控制身体右半部（如右手、右腿等）的活动，右脑控制身体左半部（如左手、左腿等）的活动。大脑还具有语言、记忆、联想、思维等能力。

小脑位于脑干背侧，大脑的后下方。小脑的功能是调节肌肉活动，保持身体的正常姿势和平衡，并使动作协调、准确。

脑干在大脑的下面，是基本生命活动的中枢，主要控制血液循环系统、呼吸系统的运动，如呼吸、心跳、咳嗽等。它无须任何意识的干预，就能保持生命活动功能的正常运行。这些中枢如果受到伤害，将会危及生命。

由脑发出的神经共有 12 对，分布于眼、耳、鼻、舌和脸部的皮肤和肌肉等处，主司视觉、听觉、嗅觉、味觉及脸部的感觉和有关肌肉的运动。

想一想

过量饮酒会引起急性酒精中毒，此时病人会出现胡言乱语，走路不稳，昏迷甚至死亡，这是酒精分别损害了脑的哪一部分造成的？

8.4 神经系统的保健

神经系统的健康是我们工作、学习、生活的重要生理基础，怎样才能保障神经系统的健康，更好地发挥其功能呢？

8.4.1 合理用脑

在我们的周围，常常看到一些同学很努力地学习，但是学习成绩却不理想。那么，怎样才能合理用脑，妙学巧思呢？

活动 4

1. 分析下面的资料，想一想，要做到强身健脑，我们应该怎样做？
   （1）一般人从感受外界刺激（光、声音）到经过大脑皮层而形成的反射活动，往往需要0.3 ~ 0.5 s，而一个优秀的乒乓球运动员只需要0.1 s。
   （2）让一些健康的人连续72 ~ 90 h不睡觉，结果他们先后都出现了精神异常的症状。可是，停止实验，让他们睡上几个小时后，这些异常便会自动消失。
2. 分析图 8-10，想一想，所学的新知识什么时间遗忘得最快？我们应该怎样科学记忆，防止遗忘？

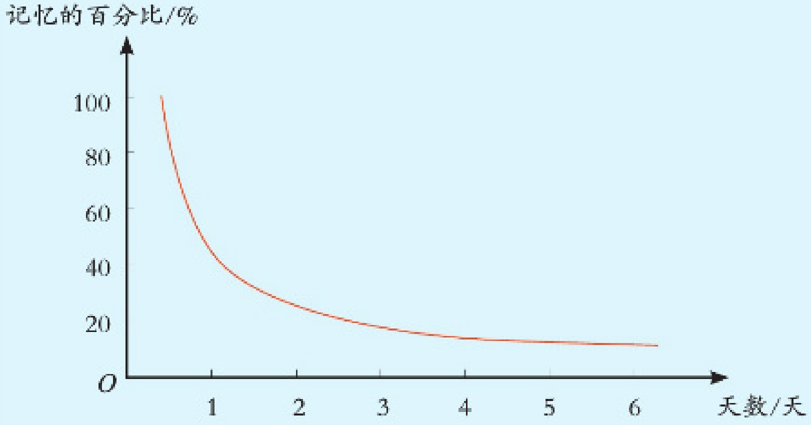


图8-10　遗忘曲线

体育运动和体力劳动，可以改善神经系统的兴奋性和灵活性，增进调节功能。睡眠可以使脑的功能得到很好的恢复。我们应保证充足的睡眠，以免大脑过度疲劳，并注意营养，让大脑的功能保持最佳状态。

根据遗忘曲线的特点，应该科学合理地安排学习计划。平时的学习要循序渐进，对每天学习的新知识，要及时复习、巩固。在以后的学习过程中，还要对旧知识不断地复习强化。

科学合理地用脑，能延缓神经系统的衰老，从而达到健脑益寿的目的。

想一想

1. 为什么上课上了一定时间后，要有课间休息？
2. 检查自己在学习、休息、饮食和睡眠方面，有无不利于神经系统卫生的习惯，应该怎样纠正？

小档案

脑科学

脑科学是一门新兴的交叉科学，脑科学的研究主要包括以下方面。

1. 了解脑——阐明脑功能，如脑的各部分结构、相互联系和功能，以及人的学习和记忆功能等。

2. 保护脑——预防和治疗脑疾患，如研究某些神经性疾病和精神病患者的脑部结构和功能的变化及其康复和预防，控制脑发育和衰老过程等。

3. 创造脑——开发脑型计算机，如发展具有学习和记忆能力的神经元芯片，具有智力、情感和意识的脑型计算机等。

随着各种新技术和仪器的使用，脑科学已经取得了一定的进展。例如，利用正电子发射断层摄影术来测定脑的功能；核磁共振成像可测出一些精神病患者脑结构的变化等。但对于人脑，还有大量的工作在等待着人们去研究。

8.4.2　酒精对身体的危害

各种酒类，包括啤酒、葡萄酒、鸡尾酒和烈性酒等，都含有酒精。如果一个人空腹饮酒，酒精会很快被消化系统吸收进入血液，然后到达大脑和其他器官。

酒精对人的损害，最重要的是中枢神经系统。它使神经系统从兴奋到高度的抑制，严重地破坏神经系统的正常功能。一次大量饮酒可出现急性神经精神症状，长期过量饮酒则会产生慢性神经精神症状，甚至出现神经系统不可逆性损害。酒精还会损伤多种内脏器官的功能，引发疾病（图 8-11）。

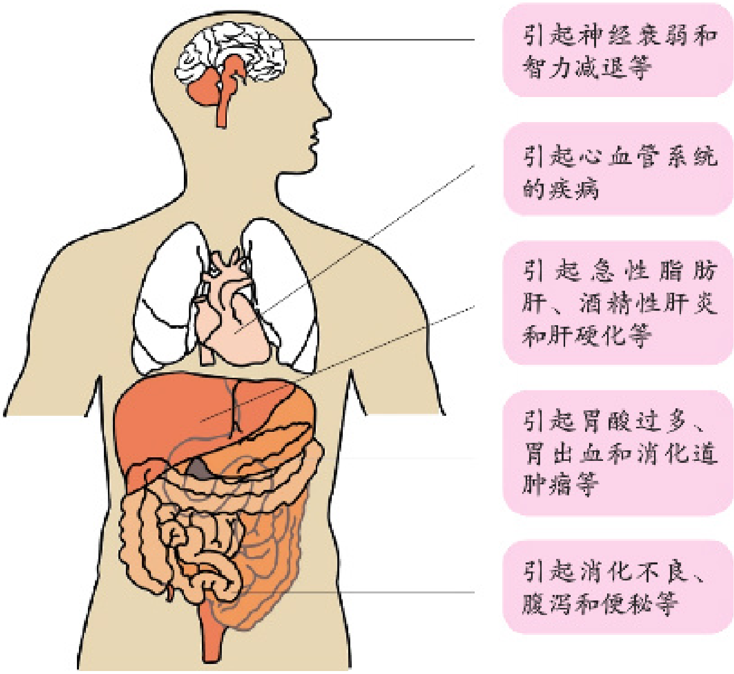


图8-11　酒精对人体的危害

8.4.3 毒品对身体的危害

大麻、鸦片（图 8-12）、海洛因、吗啡、可卡因，以及冰毒和摇头丸等，都是常见的毒品。毒品具有很强的成瘾性，一旦吸食很难戒除，且毒瘾会越来越大。吸毒对人体健康的损害几乎是毁灭性的。例如，吸毒会使中枢神经系统受损，引发脑白质病变、细菌性脑膜炎、视神经病变等；吸毒还会损害免疫系统，导致免疫功能下降，因而吸毒者极易发生艾滋病、肝炎、心肌炎、破伤风、败血症等严重感染性疾病。对内分泌系统和生殖系统来说，毒品的危害也很大，如海洛因对精子的形成有明显的毒害作用。此外，吸毒还会引发烟气性肺癌变、肺水肿、胃肠炎等疾病，如海洛因会引起呼吸衰竭。在吸毒者中，心率异常、骨关节多发性炎症、重度贫血和骨髓造血机能异常等疾病也很常见。



图8-12　能提取毒品的植物

想一想

我们应怎样做到远离毒品？

8.5　人体内环境的恒定

人体内含有大量的液体，包括细胞内和细胞外的液体，细胞外的液体构成了体内细胞生活的液体环境，这个液体环境叫做内环境（internal environment）。内环境的相对稳定是细胞进行正常生命活动的必要条件。如果

内环境在某一方面的变化超出了正常范围，将引起组织细胞的功能紊乱，甚至导致严重后果。

人和动物内环境的稳定状态称为稳态，它是在神经调节和体液调节（主要是激素调节）共同作用下，通过机体各种器官、系统分工合作、协调统一来实现的。

8.5.1 水和无机盐的平衡

人在大量出汗后，或吃的饭菜过咸时，会感到口渴。在大量饮水后，尿量会增加。儿童长期缺钙会导致佝偻病，缺铁会导致贫血。这说明水和无机盐在人体生命活动中具有重要的作用。

活动 5

分析表8-2中的数据，回答下列问题：

表8-2 正常成人每天水的平均排出量

排出途径	排出形式	排出量（mL）
肾脏	尿液	1500
皮肤和呼吸器官	表层蒸发和呼气	400～600
消化道	粪便	100

1. 水的排出量增加时，人体通过哪些方式维持水的平衡？
2. 人为什么每天要补充水，同时又要排出一定量的尿？

人体内水的来源主要是饮水和食物中所含的水，此外，代谢过程中也产生一部分水。肾脏排尿是体内水的最主要排出途径，人通过饮水行为和排尿量的调节，使水的摄入量与排出量相适应，从而保持人体的水平衡。

人每天都要通过饮食摄入无机盐，同时也要排出一定量的无机盐。一般情况下，人体摄入和排出的无机盐是保持平衡的。人体内的无机盐有许多种，它们大多以离子状态存在。例如，钠的主要来源是食盐，正常成年人每天通过饮食摄入 6～10 g 食盐，它们几乎全部由小肠吸收。

人体内水和无机盐的平衡，是在神经调节和体液调节（主要是激素调节）共同作用下，主要通过肾脏来完成的。例如，人体中的钠主要通过肾脏随尿排出，排出量几乎等于摄入量。另外，还有极少数的钠随汗液和粪便排出。

8.5.2　体温的平衡

鸟类和哺乳动物都是恒温动物，在不太极端的环境温度下，都具有保持体温相对稳定的能力。而恒温动物和人类之所以能够维持稳定的体温，是因为机体的产热和散热两个生理过程保持动态平衡的结果。

想一想

根据表8-3中的数据，你认为人体在安静和运动状态时，主要的产热器官或组织分别是什么？

表8-3　几种器官或组织的产热量百分比

	产热量（%）	
	安　静	劳动或运动时
脑	16	1
内　脏	56	8
骨骼肌	18	90
其　他	10	1

在产热的同时，机体又以各种方式将这些热量散发出体外，以保持体温的相对恒定。人体 90% 以上的热量是通过皮肤散发出去的。皮肤散热的方式有两种：直接散热和汗液蒸发散热。

皮肤直接散热的多少，决定于皮肤表面与外界环境之间的温度差，而人体表面的温度可以通过流经皮肤血液的多少来加以调节（图 8-13）。

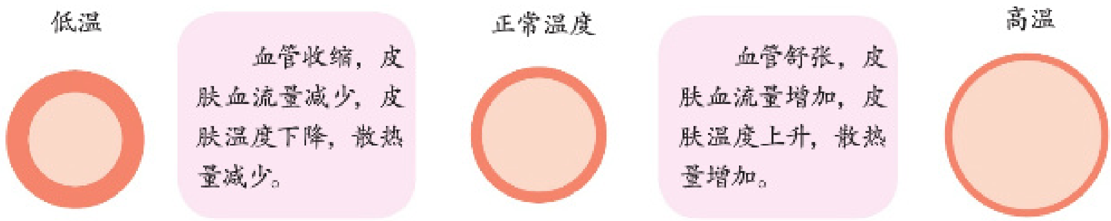


图8-13　皮肤血管口径的调节与散热

在常温条件下，皮肤汗液分泌少，蒸发散热所占的比例不大。当外界温度等于或超过体表温度，直接散热不能发挥作用时，汗液蒸发成为主要的散热方式。

在高温环境中，人体由于未能及时有效地发挥体温调节功能，或因过高的环境温度超过了人体体温调节能力的最大限度，产热多而散热困难，便会出现中暑现象。中暑的表现有体温升高、头痛、头晕、心慌、恶心、呕吐、出冷汗、面色苍白甚至昏厥等，严重时会危及生命。因此在炎热季节，应注意做好防暑、降温工作。

读图

读图8-14，说说机体的产热和散热过程是怎样控制和调节的？



图8-14　体温的调节

人体内的产热和散热过程是通过脑干中的体温调节中枢来调节和控制的。同时，在不同温度环境中人的姿势和行为，特别是人为了保温或降温所采取的措施，如增减衣服等，对体温调节也有一定的作用。

本章提要

1. 人体感受并引起机体发生反应的信号统称为刺激。人体对每个刺激都会做出相应的反应。这些感觉和反应主要是由神经系统来控制和调节的。
2. 神经元是神经系统的基本结构和功能单位。其结构包括细胞体和突起两部分，突起可分为树突和轴突。它具有接受刺激、产生神经冲动并传导冲动的功能。

3. 神经系统是人体生命活动的主要调节机构，它包括中枢神经系统和周围神经系统两部分，前者包括脑和脊髓，后者包括脑神经和脊神经。
4. 生物对各种刺激作出的反应，叫做反射。产生反射活动的神经结构叫反射弧。反射弧包括感受器、传入神经、神经中枢、传出神经、效应器等五个部分。
5. 脊髓由白质和灰质两部分组成，具有反射和传导两方面的功能。脊髓里的神经中枢属于低级反射中枢，有些反射可受大脑控制。
6. 脑包括大脑、小脑和脑干。调节人体生理活动的最高级神经中枢在大脑。小脑具有维持身体平衡的作用。脑干控制人体的呼吸和循环等基本生命活动过程。
7. 体育运动和体力劳动可以改善神经系统的兴奋性和灵活性，增进调节功能；睡眠可以使脑的功能得到很好的恢复。
8. 酒精对身体的危害是多方面的，尤其是对人的中枢神经系统。它使神经系统从兴奋到高度的抑制，严重地破坏神经系统的正常功能。毒品具有很强的成瘾性，吸毒对人体健康的损害是多方面的。例如，吸毒会使中枢神经系统明显受损，并可能引发多种疾病。
9. 人体内含有大量的液体，其中细胞外的液体构成了细胞生活的液体环境，这个环境叫做内环境。内环境的相对稳定是机体进行正常生命活动的必要条件。
10. 内环境的稳态是在神经调节和体液调节的共同作用下，通过机体各种器官、系统分工合作、协调统一来实现的。人体内水和无机盐的平衡，就是在神经调节和体液调节共同作用下，主要通过肾脏来完成的。人的体温能保持相对稳定，是通过神经调节和体液调节，主要依靠产热和散热的过程得以实现的。

练 习 题

一、选择题

1. 能协调各器官系统活动的是（　　）。

A．循环系统　　B．呼吸系统

C．神经系统　　D．消化系统

2．下列关于神经冲动在神经元中的传导，正确的是（　　）。

A．轴突→细胞体→轴突　　B．轴突→树突→细胞体

C．树突→细胞体→轴突　　D．轴突→细胞体→ 树突

3．下列有关神经系统组成的叙述，错误的是（　　）。

A．中枢神经系统由大脑、小脑和脑干组成

B．周围神经系统包括12对脑神经和31对脊神经

C．神经系统包括中枢神经系统和周围神经系统两大部分

D．中枢神经系统的功能是接收处理各种信息，并决定和启动相应的反应

4．在反射活动中，能够起分析控制作用的部分是______，输送信息的部分是_____，发生具体反应是______。

A．感受器　　B．传入神经

C．神经中枢　　D．传出神经

E．效应器

5．图8-15是人体反射弧的示意图，请据图回答，如果A代表的是手部皮肤内的感受器，则神经冲动的传导方向是（　　）。

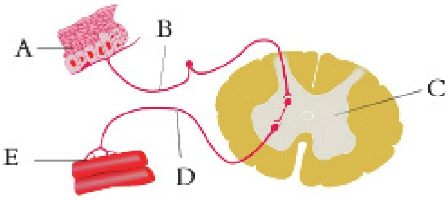


图8-15

A．A→B→C→D→E　　B．E→D→C→B→A

C．A→B→C←D←E　　D．E←D←C→B→A

6．病人老张的手臂无意被针刺了一下，他能感受到疼痛，却没有动作反应。从反射弧的结构和功能分析，医生断定其受损部位很可能是（　　）。

A．感受器　　B．传入神经

C．神经中枢　　D．传出神经

7．我们在通过看电视、读书、看报等方式获取知识的过程中，需要处理大量的信息，处理这些信息的主要部位是（　　）。

A．脊髓　　B．小脑　　C．脑干　　D．大脑

8．平衡木运动员表演时，起调节躯体平衡、控制动作姿势和协调作用的主要结构是（　　）。

A．大脑　　B．小脑　　C．脑干　　D．脊髓

9．学习一段时间后要更换学习内容，目的是（　　）。

A．获得更多、更全面的内容

B．使思维更敏捷

C．防止大脑疲劳、提高学习效率

D．勤于用脑，加强学习强度

10．人体内水和无机盐的平衡，是在神经调节和激素调节共同作用下，主要通过（　　）完成。

A．皮肤　　B．肺

C．肾脏　　D．大肠

11．人们长时间剧烈运动后，往往会出汗，面部通红，这些现象可以说明皮肤具有（　　）。

A．排泄和分泌功能　　B．保护和调节体温功能

C．排泄和调节体温功能　　D．感受外界刺激和排泄功能

12．人体在寒冷环境中，会不由自主地出现“寒颤（或战栗）”。此反应的效应器及其生理效应是（　　）。

A．骨骼肌；骨骼肌收缩，增加产热量

B．骨骼肌；骨骼肌收缩，减少散热量

C．皮肤的血管；血管急剧收缩，减少散热量

D．皮肤的立毛肌；立毛肌急剧收缩，增加产热量

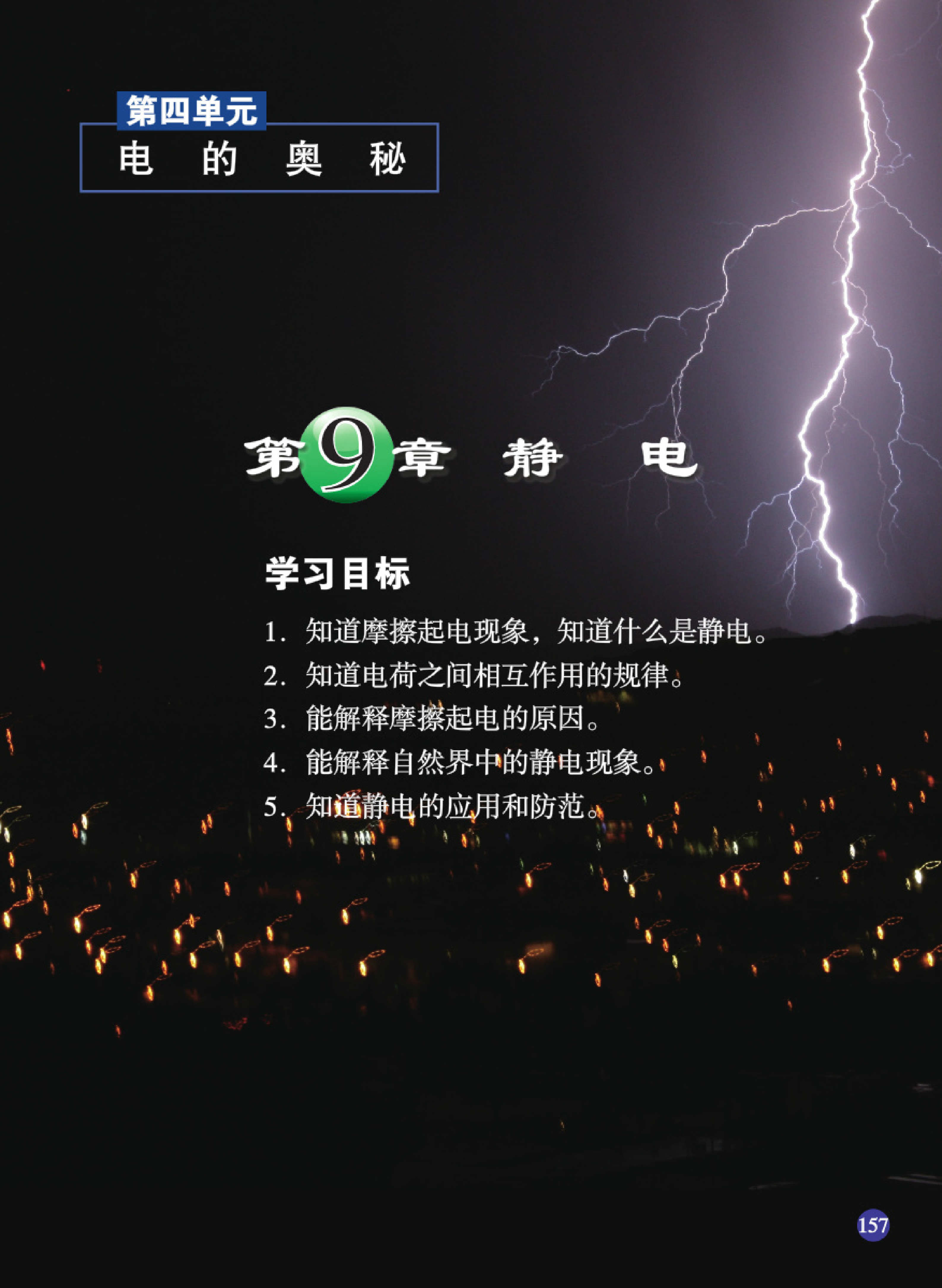
二、简答题

1．在缩手反射中，有时手可以不一下子缩回，这说明什么？

2．管理呼吸和心跳的中枢位于________；保持人体的平衡和运动的协调是________；管理人的思维活动的是________。（选填“大脑”、“小脑”或“脑干”）。

3．当你吃的食物比较咸时，你身体是怎样维持水和无机盐平衡的？

4．人体有哪些散热途径？



第四单元

电 的 奥 秘

第9章 静 电

学习目标

1. 知道摩擦起电现象，知道什么是静电。
2. 知道电荷之间相互作用的规律。
3. 能解释摩擦起电的原因。
4. 能解释自然界中的静电现象。
5. 知道静电的应用和防范。

本章概念图


静电
静电的产生：摩擦起电
摩擦起电的原因
电荷的种类：正电荷与负电荷
电荷相互作用规律
静电的利用与防范
静电的利用
静电的危害与防范

9.1 静　电

在天气非常干燥的日子里，当你用塑料梳子梳头时，常会发现你的头发随着梳子飘起来，越理越乱。你知道这是什么原因造成的吗？



图 9-1　梳头

9.1.1　摩擦起电

活 动 1

1. 取一把塑料尺用丝绸摩擦几下，再将它靠近纸屑，塑料尺将吸起一些纸屑（图 9-2）。
2. 取一根硬橡胶棒用毛皮摩擦几下，再将它靠近气球，气球将被橡胶棒吸起（图 9-3）。



图 9-2　经丝绸摩擦的塑料尺吸起纸屑

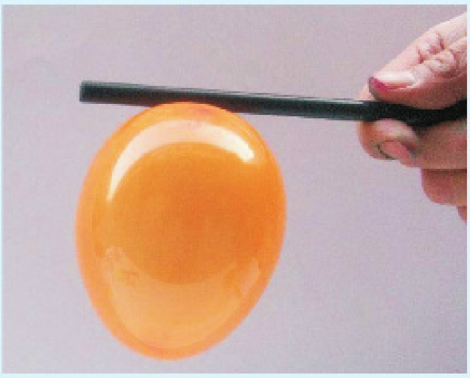


图 9-3　经毛皮摩擦的橡胶棒吸起气球

原来，塑料梳子和橡胶棒经摩擦后，带上了电荷，于是会吸引轻小的物体。像这种聚集在物体上处于静止状态的电荷叫做静电（static electricity）。物体由于摩擦而带上静电的过程叫做摩擦起电（electrification by friction）。

静电现象在生活中十分常见，如前面所说的塑料梳子就是由于与头发的摩擦而带上电荷，才对头发产生引力的。毛料衣服比较容易沾上灰尘及微小脏物，其原因也是衣服经摩擦而带上了电荷。

想一想

打开水龙头，慢慢调节阀门，使水流变得很细。当用绒布摩擦过的气球靠近细水流时，你将发现水流会发生弯曲，如图 9-4。为什么？

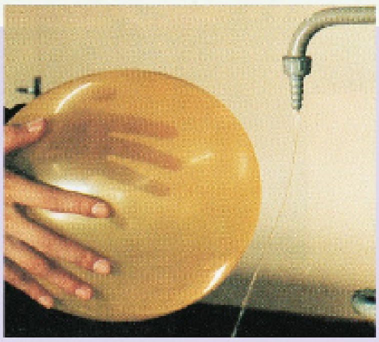


图 9-4　水流变弯的实验

科学家小故事

吉尔伯特对摩擦起电的研究

摩擦起电现象虽然发现很早，但在长达 2000 多年时间里，人们只停留在观察琥珀的摩擦起电上。第一个认真研究电现象的是英国医生吉尔伯特（William Gilbert，1540-1603），他想弄清楚琥珀为什么具有如此神奇的吸引力。他在用呢绒、毛皮、丝绸等摩擦金刚石、水晶、硫黄、火漆和玻璃等物质后，认识到摩擦起电现象并非琥珀所特有。他认为一切物质中可能都蕴藏着一种看不见的流体，当受到摩擦时从物质中被挤出来。他把这种特殊的流体叫做“电”。这是科学史上对摩擦起电现象成因的最早猜想。



图 9-5　吉尔伯特

9.1.2　正电荷和负电荷

虽然不同物质相互摩擦后都可能产生电荷，但所产生的电荷是否相同呢？

活动 2

1. 如图 9-6a 所示，取 2 根玻璃棒分别用丝绸摩擦，其中一根悬空挂在塑料钩上，另一根靠近它时，发现两者将相互排斥。
2. 如图 9-6b 所示，取 2 根橡胶棒分别用毛皮摩擦，其中一根悬空挂在塑料钩上，另一根靠近它时，发现两者将相互排斥。
3. 如图 9-6c 所示，将一根经丝绸摩擦过的玻璃棒悬空挂在塑料钩上，用一根经毛皮摩擦过的橡胶棒靠近它，发现两者将相互吸引。

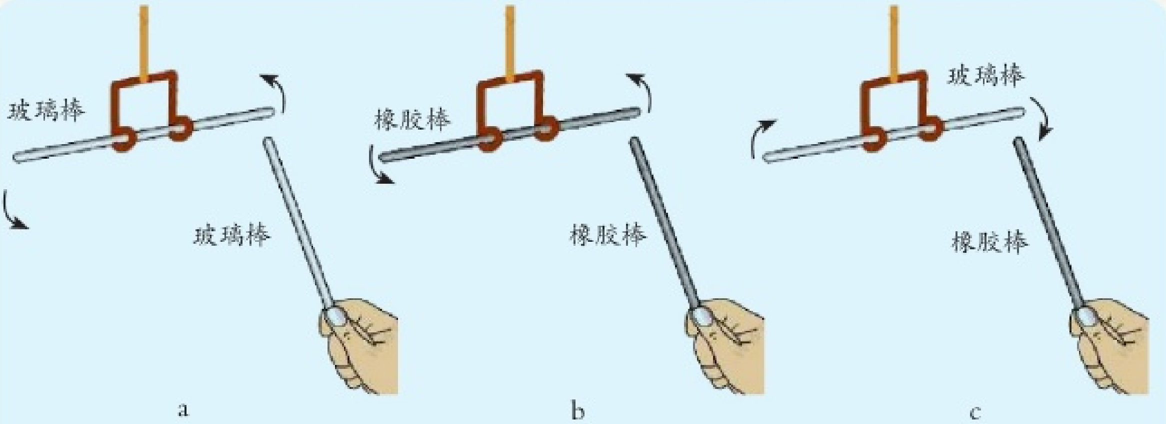


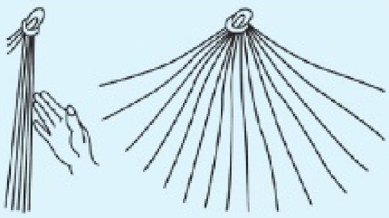
图 9-6　电荷的相互作用

由上述实验可知，用丝绸摩擦过的玻璃棒与用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的是两种不同的电荷。人们把用丝绸摩擦过的玻璃棒所带的电荷叫做正电荷（positive charge），把用毛皮摩擦过的橡胶棒所带的电荷叫做负电荷（negative charge）。进一步的实验表明，自然界只有正电荷和负电荷这两种电荷。

上述实验同时表明：同种电荷互相排斥，异种电荷相互吸引。

活动 3

如图 9-7，取一段长约 40 cm 的包扎用的塑料绳，在其一端打一个结，然后在没有打结的一端细心地撕成丝，做成一束塑料纤维丝。一手捏住纤维丝的绳结处，另一手握住纤维丝向下捋几下，纤维丝将向四周散开。你能解释这个现象吗？


图 9-7　摩擦塑料纤维丝实验

与上述实验现象相类似，在科技馆里，当你用手接触带静电的金属体时，你的头发将散开并竖起来（图 9-8）。


图 9-8　科技馆里带静电的金属体使头发竖起来

9.1.3 验电器

验电器是用来检验物体是否带电的仪器。验电器的结构如图 9-9 所示，当带电体接触验电器的金属球时，就有一部分电荷转移到验电器的金属杆和金属指针上。指针因与金属杆带的是同种电荷，所以会受到排斥力而发生偏转。物体所带电荷量越多，指针的偏转角度越大。

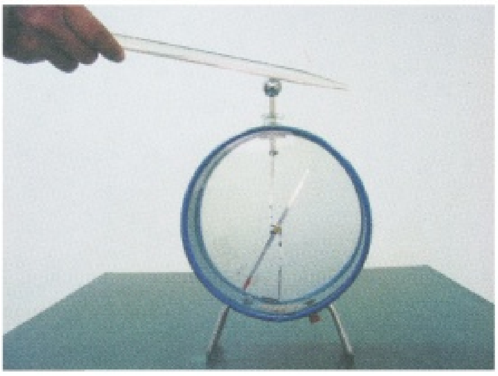


图 9-9 验电器

9.2 摩擦起电的原因

为什么物体经摩擦后会带电？为什么物体经摩擦后有的带正电，有的却带负电？

我们知道，原子和分子是构成物质的两种微粒。例如，铁是由铁原子构成的，水是由水分子构成的。而分子又是由若干个原子构成的，例如，1 个水分子就是由 2 个氢原子和 1 个氧原子构成的。科学研究进一步发现，原子又是由带正电的原子核(nucleus)和带负电的核外电子 (electron)构成的（图 9-10）。电子受到原子核引力的束缚，绕着原子核高速旋转。因为通常情况下，原子内部正、负电荷的数量相等，正、负电荷相互抵消，所以整个物体没有呈现带电性。

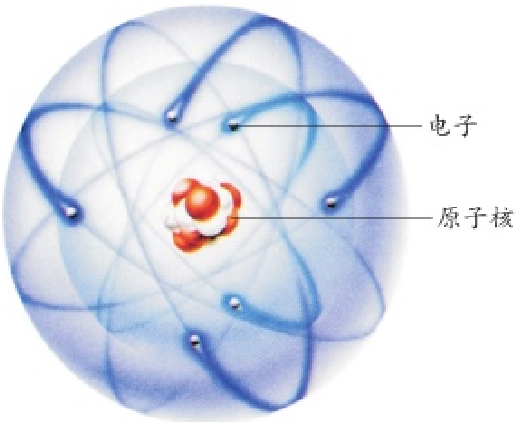


图 9-10 电子绕原子核旋转

当两个物体相互摩擦时，例如用丝绸摩擦玻璃棒时，由于丝绸中原子核束缚电子的能力要比玻璃中原子核束缚电子的能力强些，所以，玻璃中就会有一些电子挣脱原子核的束缚而转移到丝绸上（图 9-11）。这样，就使得在玻璃中正电荷数要多于负电荷数，从而带上正电。丝绸上由于负电荷数多于正电荷数，从而带上负电。

可见，摩擦起电并不是创造了电，而是电子从一个物体转移到了另一个物体。

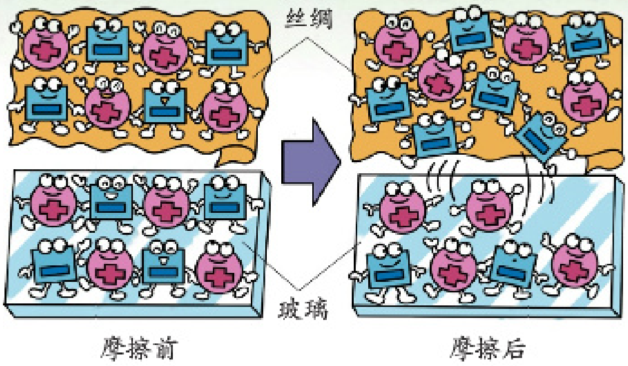


图 9-11 摩擦起电的原因

想一想

1. 毛皮与橡胶棒摩擦之后，毛皮与橡胶棒会产生怎样的相互作用？
2. 毛皮与橡胶相比，哪种物质里原子核束缚电子的能力较强？你是根据什么做出判断的？

活动 4

1. 先用丝绸分别摩擦玻璃棒和保鲜膜，再将经丝绸摩擦的玻璃棒和保鲜膜靠近，两者会相互吸引。可见保鲜膜经丝绸摩擦后带的是 ________ 电荷。
2. 丝绸、玻璃、保鲜膜三者相比，在摩擦时最容易失去电子的是 ________，最容易捕获电子的是 _______。

采用以上方法，我们可以将不同物质的原子核束缚电子的能力，从弱到强进行排列。

小档案

摩擦电序

所谓摩擦电序，就是反映不同的物质相互摩擦时，捕获别的物质的电子能力从弱到强的排列顺序。如图9-12是几种物质的摩擦电序：

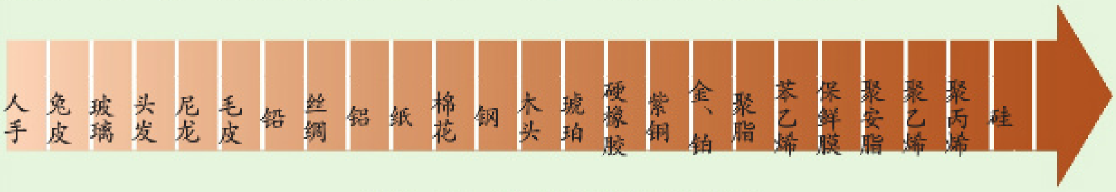


图 9-12 几种物质的摩擦电序

两种物质相摩擦，在摩擦电序中靠左的物质捕获电子的能力（即原子核束缚电子的能力）较弱，较容易失去电子而带正电，而靠右的物质捕获电子的能力较强，较容易得到电子而带负电。两种物质在摩擦电序中相距越远，摩擦时得失电子的效果越明显。

9.3 静电的利用与防范

静电现象在我们的生活中处处可见。我们的起立、行走、穿脱衣服，液体在容器中的振荡，生产中的切割、搅拌、挤压和过滤等过程，都会产生静电。静电对我们的生活和生产会造成怎样的影响？我们应当怎样用其利避其害呢？

9.3.1 静电的利用

由于人们对高品质生活的追求，以及一些工作对环境的特殊要求，常常要对室内的空气进行净化。静电空气净化机就是利用静电原理对空气进行净化的常用设备。图 9-13 是一种静电空气净化机及其工作原理示意图。净化机工作时，气流首先通过前置滤网把较大的尘粒滤掉，然后通过电离区，使尘粒带上电荷。这些带电的尘粒随气流向集尘区运动，被集尘区中带相反电荷的电板所吸附。最后，后置滤网再把空气中剩余的尘粒过滤一遍，把清净的空气送入室内。

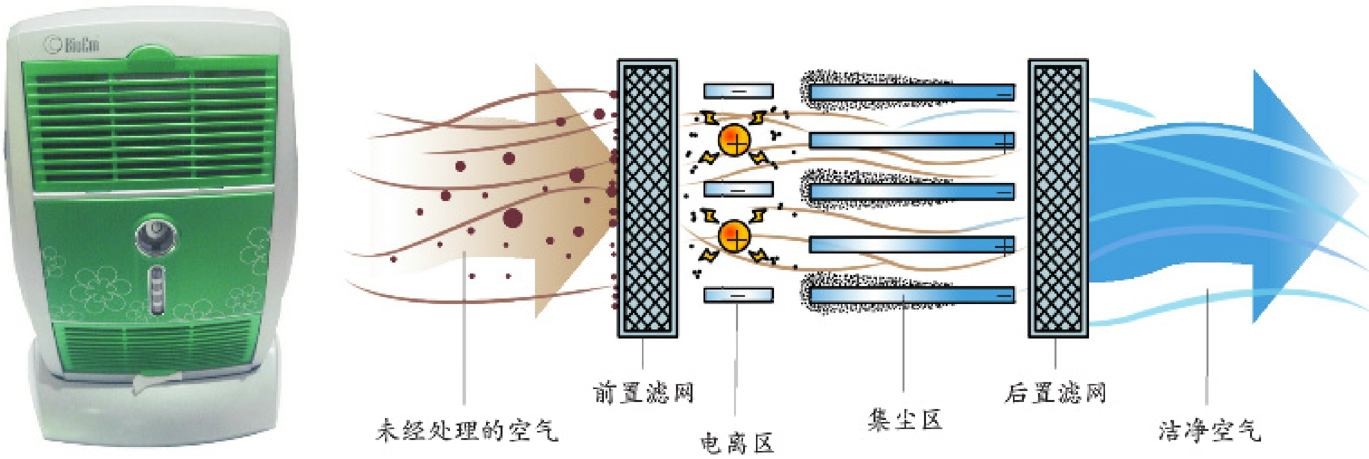


图 9-13 静电空气净化机及其原理图

汽车制造厂生产汽车车体时，在大规模喷漆作业（图 9-14）中，也利用了正、负电荷相吸的性质。喷漆时，让车体带上正电而涂料带上负电，这样，喷出的涂料微粒就会受到车体正电荷的吸引，向车体运动并沉积在车体表面。这样做，既能使喷漆快捷、均匀，又能减少涂料的浪费。



图 9-14　静电喷漆



图 9-15　飞机静电喷洒农药

利用飞机给农作物喷洒农药（图 9-15），是现代农业生产中的一项基本工作。但在施药过程中，农药雾滴的漂移会造成农药的流失，降低施药的效果，并造成环境的污染。为此，人们采用了静电喷洒的技术。其做法是：在喷洒农药的飞机上安装有静电喷嘴。静电喷嘴内装有一根带正电的针，喷洒过程中农药水珠离开喷嘴时会带有大量正电荷。由于与大地相连的农作物的叶子一般都带负电，受到农作物叶子上负电荷的吸引，带正电的农药水珠的沉降速度将加大，并被吸附到叶子的表面，从而成倍地增大了药液对植物叶面的覆盖率和均匀度，增加了药液与病虫害接触的机会，大大提高了喷药效果并降低了用药量。

活动 5

通过上网等方式查阅资料，了解静电在我们的生活和生产中还有哪些重要应用，并与同伴交流。

9.3.2　静电的危害和防范

静电对人类的生活既存在有利的一面，也存在有害的一面。它常常会给人类造成很大的麻烦，甚至带来巨大的灾难。例如：

- 混纺衣服由于容易带上静电常出现不易拍掉的灰尘。
- 制药厂里因静电吸引尘埃，会使药品达不到标准的纯度。
- 医院手术台上，静电火花会引起麻醉剂爆炸。
- 静电火花会引起煤矿瓦斯爆炸。
- 汽车收音机在干燥季节里会因车轮和路面摩擦产生静电干扰而无法接收。

- 用化纤丝等织布时，由于化纤丝和金属部件发生摩擦而起电，带电的化纤丝相互排斥而松散，产生乱纱。
- 在印刷中，纸张由于摩擦会产生静电。这将导致纸张无法排列整齐，纸张之间相互黏连，出现漏印等现象。

为了避免静电的危害，我们应该寻找有效的防范措施。

在干燥的季节，我们在脱衣服时常会感觉被“电”了一下，同时听到“噼啪”声，有时还会看到火花。这是衣服由于摩擦而积累的静电释放的现象。特别是穿化纤衣服，这种现象更容易发生。由于静电火花在一些易燃场所容易酿成火灾，所以，加油站工人不能穿化纤衣服，而要穿抗静电的纯棉料做的服装（图 9-16）。



图 9-16　加油站工人

许多电子元件很容易被静电的释放所破坏，所以，在电子技术领域，要求直接接触对静电释放敏感的产品和设施的人员，例如电脑维修人员，在工作时必须佩戴防静电腕带，如图 9-17 所示。腕带通过导线和金属夹与地线相接。这样就可以将人体积累的静电通过腕带及地线安全地导入大地，从而使电子元件免遭破坏。

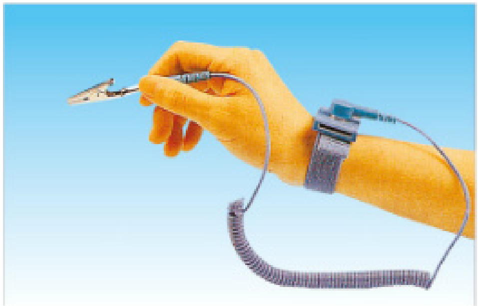


图 9-17　佩戴防静电腕带

飞机在空中飞行时，机身由于与大气摩擦等原因会产生并积累大量电荷。虽然飞机有放电刷释放静电，但是不能保证完全释放完，这样会使旅客下飞机时受到静电放电的伤害，以及对飞机加油产生安全威胁和对飞机电子仪器造成干扰。所以，飞机的轮胎是用导电橡胶制造的（图 9-18）。这样，当飞机着陆后，机体上的静电就会通过轮胎及时传到大地，从而保证了飞机和乘客的安全。



图 9-18　用导电橡胶做成的飞机轮胎

想一想

如图 9-19 所示是一辆油罐车的尾部，车的金属体上挂着一条叫做拖地带的导电胶带。这是为什么？



图 9-19　油罐车尾部的拖地带

活动 6

通过上网等方式查阅资料，了解我们在生活和生产中还有哪些措施是用来防范静电的危害的。

小档案

雷电和避雷针

电闪雷鸣是一个常见的自然现象。科学家普遍认为，雷电产生的主要原因是云层之间的相互摩擦，导致云层间集聚了大量的异种电荷。这些电荷积累到一定的程度，会在云层与云层之间以及云层与地面之间放电而产生极大的电流。流经空气的电流使空气生热发光产生闪电，受热的空气突然膨胀会发出巨响而产生雷声。

为了避免云层与地面之间的雷电对我们的生命财产造成危害，人们在高的建筑顶部安装了避雷针。避雷针实际上是引雷针，它可将周围云层上的静电引过来并提前放电，将雷电电流通过自身的接地导体传向地面，避免保护对象直接遭雷击。



图 9-20　现代建筑物上的避雷针

本章提要

1．物体经摩擦后会带上电荷，因而具有吸引轻小物体的性质。在物体上处于静止状态的电荷叫做静电。由于摩擦而带上静电的过程叫做摩擦起电。

2. 自然界有两种电荷：正电荷和负电荷。用丝绸摩擦过的玻璃棒带的是正电荷，用毛皮摩擦过的橡胶棒带的是负电荷。
3. 电荷之间的相互作用规律是：同种电荷相互排斥，异种电荷相互吸引。
4. 摩擦起电的原因是相互摩擦的物体之间发生了电子转移，得到电子的物体带负电，失去电子的物体带正电。
5. 静电空气净化机、静电喷漆、静电喷洒农药等都是静电在生活和生产中的应用。加油站工人穿纯棉料做的服装，电脑维修人员佩戴防静电腕带，飞机的轮胎用导电橡胶制成，油罐车尾部挂导电胶带或链条，都是为了防范静电造成的危害。

练 习 题

一、选择题

1. 如图9-21 a、b 两现象（图中“+”表示带正电，“-”表示带负电），哪一现象能够肯定小球是带负电的？（　　）。
   A. 只有 a 现象
   B. 只有 b 现象
   C. a、b 两个现象都可以
   D. a、b 两个现象都不可以

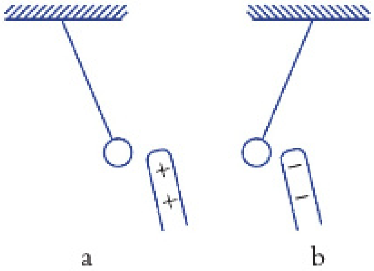


图 9-21

2. 电脑显示屏的表面很容易带上灰尘，这是因为（　　）。
   A. 显示屏是用具有较强吸附灰尘能力的材料制成的
   B. 房间里灰尘的自然堆积
   C. 显示屏工作时，显示屏表面温度较高
   D. 显示屏工作时，显示屏表面带电，容易吸附灰尘

3. 用毛皮摩擦橡胶棒，橡胶棒带了负电，这是由于（　　）。
   A. 毛皮束缚电子的能力比较强
   B. 橡胶棒上的正电荷转移到毛皮上
   C. 摩擦过程中创造了负电荷
   D. 橡胶棒上有了多余的电子

二、简答题

1. A、B、C、D四个带电体，如果A吸引B，A排斥C，C吸引D，而已知D是带正电的，则A、B、C物体各带什么电？

2. 把羊毛和橡胶棒摩擦，结果羊毛带正电。羊毛与橡胶棒相比，哪种物质的原子核束缚电子的能力较强？为什么？

3. 飞机在地面加油时，要求将飞机和加油车接地。这是为什么？

第四单元

电　的　奥　秘

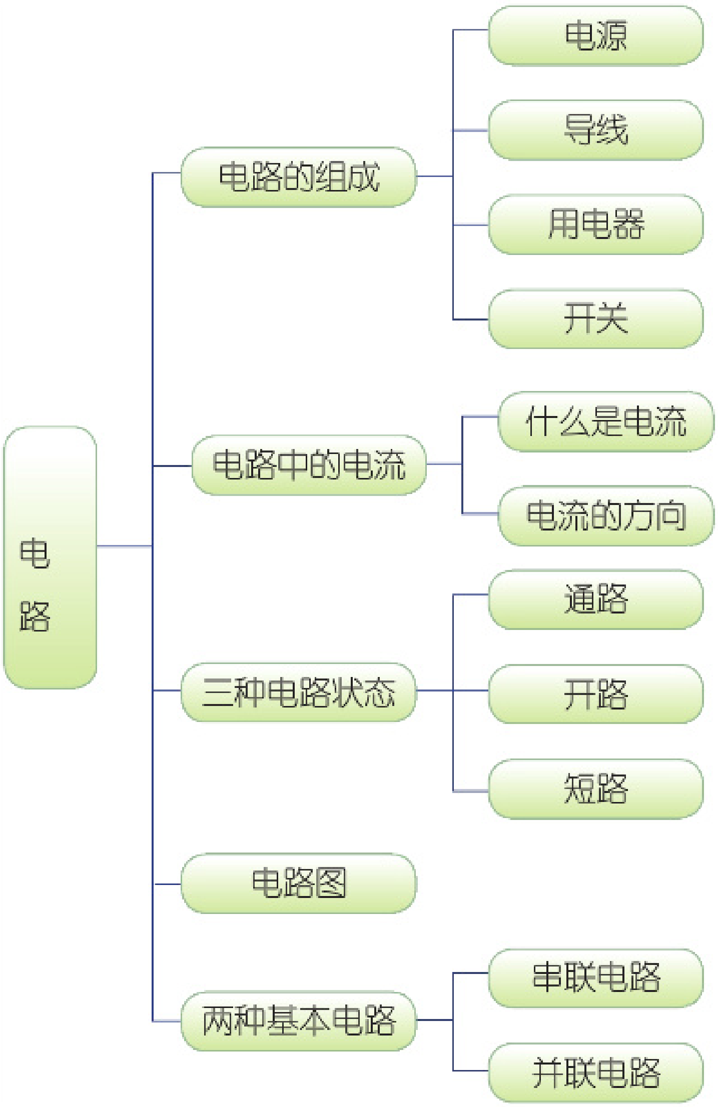
第10章　电　路

学习目标

1. 认识简单电路的组成，知道电路基本器件及其作用。
2. 知道电流方向的规定和电子在电路中定向移动的方向。
3. 认识电路器件的符号，能绘制简单的电路图。
4. 认识串联电路和并联电路。



本章概念图


电路
电路的组成
电源
导线
用电器
开关
电路中的电流
什么是电流
电流的方向
三种电路状态
通路
开路
短路
电路图
两种基本电路
串联电路
并联电路

10.1 电路的组成

我们的生活离不开电，灯泡发光是因为有电流流过灯泡；电风扇转动是因为有电流流过电风扇。电的流动路径叫做电路。一个完整的电路是由哪些器件组成的呢?

10.1.1 组成电路的基本器件

家庭电路以及许多实际的电路是比较复杂的，但任何复杂的电路都是由一些简单的电路构成的。让我们先来认识最简单的电路。

活动 1

1. 将干电池、小灯泡、开关和导线按图 10-1 所示方式连接。闭合或断开开关，观察小灯泡的工作状态。
2. 用一个玩具电动机代替图中的小灯泡。重复上述实验。
3. 用手摇发电机代替图中的电池，重复上述实验。

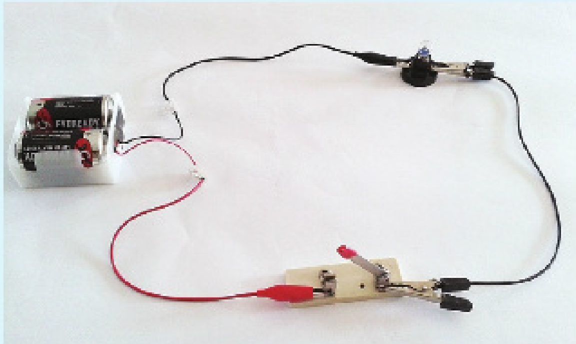


图 10-1 最简单的电路

上述实验展示的是一个最简单的电路 (electric circuit)，其中电池或发电机是对电路供电的器件，称为电源 (electric source)；灯泡或电动机是利用电来工作的器件，称为用电器 (electric appliances)；开关 (switch) 是控制电路通断的器件；导线 (wire) 是导通电路的器件。

因此，电路就是用导线把电源、用电器和开关等连接起来组成的电流路径。电路普遍存在于我们的生活之中。我们家里有电路，我们使用的手电筒、移动电话、计算器中，也都有电路。

活动 2

取一个手电筒，了解手电筒电路中的电源、用电器、开关和导线。



图 10-2 手电筒

导线并非一定是线状的。只要物体能将电源、用电器和开关等导通，让电得以通过，都可看作导线。

想一想

1. 在家庭电路中，电源在哪里？
2. 你家里有哪些用电器？

小档案

果蔬电池

水果不但可以吃，还可以用来制作电池。你相信吗？

如图 10-3，先把薄铜片和锌片插入柠檬、苹果、甜瓜等水果中，再将一水果上的铜片与另一水果上的锌片用导线相连，并与发光二极管构成一个回路后，发光二极管将会被点亮。水果电池还可以用蜜橘、番茄、萝卜、马铃薯等水果和蔬菜来制作。需要指出的是，因为有金属溶解在里面，所以实验中使用过的蔬菜和水果就不能再吃了。



图 10-3　水果电池

10.1.2　电流及其方向的规定

在如图 10-1 所示的电路中，导线和灯泡的灯丝都是用金属做成的。金属里面有大量可以自由移动的电子。没有跟电源接通时，这些电子的运动方向是杂乱无章的；接上电源之后，它们就受到了一种推动力，出现了定向的移动。电子的定向移动就形成了电流。



图 10-4　导线中自由电子的定向移动有点像缆绳上缆车的运动，当接通电源后，所有自由电子都同时开始定向移动

想一想

我们常说“水流奔流不息，车流络绎不绝”，水流、车流和电流有什么共同点？

电流有方向，科学上把正电荷定向移动的方向规定为电流的方向。在发现电子之前，科学家曾经认为电流是带正电的粒子从电源的正极（positive pole）流出，从电源的负极（negative pole）流入。后来，科学家知道金属导体中的电流是带负电的电子的定向移动形成的。而在电路中，电子是从电源的负极流出，从电源的正极流入，其定向移动的方向与规定的电流方向恰好相反（图 10-5）。

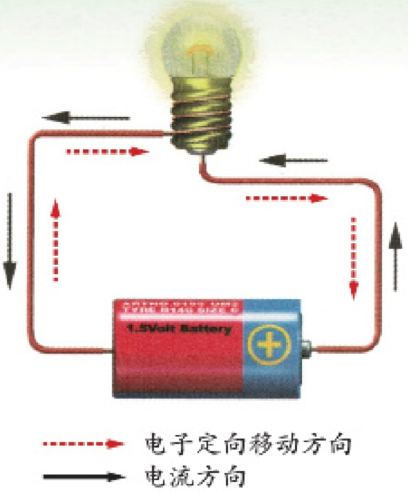


图 10-5　电子定向移动方向与电流方向

科学家小故事

伽伐尼和电流的发现

伽伐尼（Luigi Galvani, 1737–1798）是意大利的解剖学和医学教授。1780 年 9 月 20 日，伽伐尼正和他的两个助手做解剖青蛙的实验，当一名助手无意中将解剖刀碰到一只已被解剖的青蛙腿的神经时，这只青蛙的四条腿突然猛烈抽搐一下。这个偶然的现象使伽伐尼意识到，这是由神经传到肌肉的一种特殊电流所引起的。他为此提出动物体内存在着“动物电”的设想。虽然这一设想并不正确，但他认为是电流引起青蛙腿痉挛的观点却是正确的。这也是人类最早发现的电流。

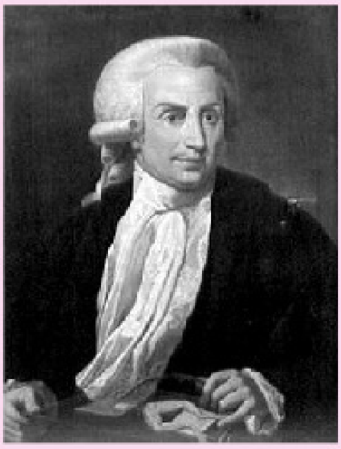


图 10-6　伽伐尼

10.1.3　通路、开路和短路

在如图 10-7 电路中，开关闭合时，电路上处处连接，灯泡与电源、开关构成了一个闭合的回路，这时灯泡发光。这种电路状态叫做通路（closed circuit）。

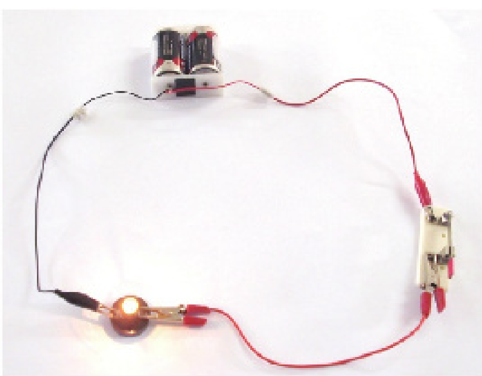


图 10-7　通路

活动 3

在如图 10-8 所示的电路中，打开开关（如图 a），或将任一导线的一端与接线柱断开（如图 b），你会发现，灯泡都将不亮。



a　　　　b

图 10-8　开路

在电路中，由于开关未闭合，或接头松脱、电线断裂等原因致使某处断开，用电器与电源不能构成一个闭合的回路，这种电路状态叫做开路或断路（open circuit）。电路处于开路状态时，用电器不能工作。

活动 4

如图 10-9 所示，闭合开关后，用一根导线将灯泡的两端连接起来。你会发现，灯泡将不发光，而且电池和导线将会发热。

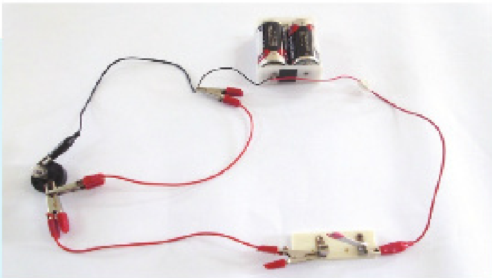


图 10-9　短路

在电路中，如果电源的两端没有经过用电器，直接通过导线（及开关）连接起来，这时电路也是不能工作的。这种电路状态叫做短路（short circuit）。

电路发生短路时，会产生很大的电流，使电源和导线因过度发热而被烧坏，严重的将会引起火灾。因此，在任何情况下，都不允许用导线把电源的两端直接连接起来。

想一想

在实际生活中，还有哪些原因可能造成开路和短路的电路故障？

10.2　电路图

打开一个晶体管收音机，可以看到里面密密麻麻布满了各种电路器件（图 10-10）。要想用实物图把这些电路器件及其连接方式直接描绘出来不但非常困难，而且描绘的结果也是十分杂乱的。为了简便和清楚起见，我们常常用一些规定的符号来描绘电路。

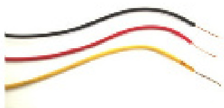
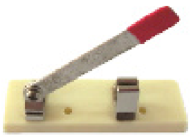


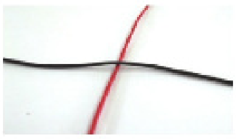
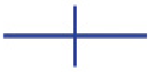
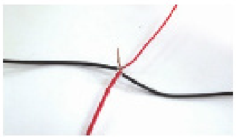
图 10-10　某型号晶体管收音机电路

10.2.1　电路器件的符号

为了便于描绘和交流，国际上对一些电路器件的符号做了统一的规定，如表 10-1 所示。

表10-1　常用电路器件的符号

名称	实物图	符号	说明
导线			—
电池			长线表示正极 短线表示负极
电池组			—
灯泡			—
开关			—

电铃			—
电动机			—
导线相交不相连			—
导线间连接			两导线相连处加圆点

活动 5

与同伴合作，先合上课本，你说一个电路器件的名称，请你的同伴画出这个电路器件的符号。交换角色，每个人画 5 个（尽可能不重复）。对照课本，看看你画对了几个。

10.2.2　电路图

利用规定的符号，我们能够很方便地描绘出电路的连接情况。这种用规定的符号表示电路连接情况的图叫做电路图。例如，对于图 10-1 的电路，我们可以用图 10-11 所示的电路图表示。在电器说明书上，我们可以看到各种各样的电路图（图 10-12）。

在一些产品说明书中，为了方便维修时更换器件，常常会在器件符号边上标出规格。

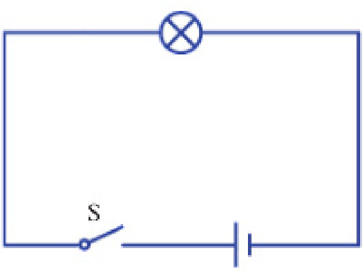


图 10-11　最简单的电路图

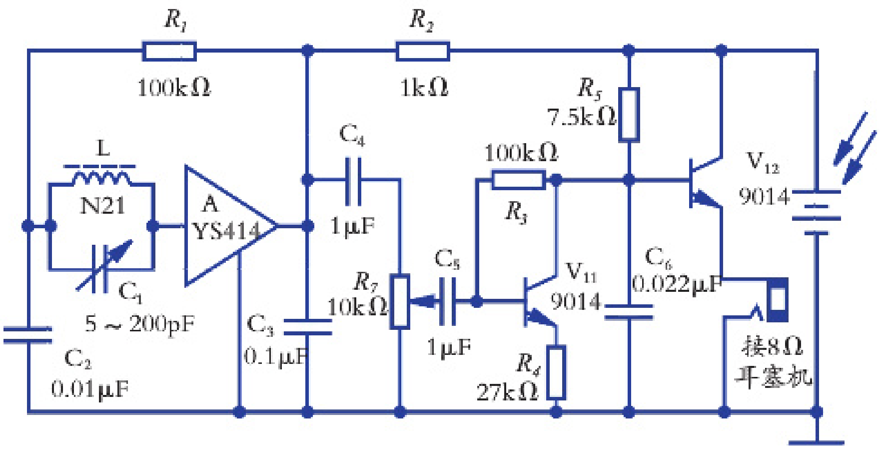


图 10-12　某型号收音机的电路图

画电路图的基本要求是：

（1）要用统一规定的符号；

（2）连接线要画成横平竖直；

（3）线路要画得简洁、整齐、美观。

活动 6

如图 10-13 是一个塑料壳手电筒的结构图，请在如下空白处画出它的电路图。

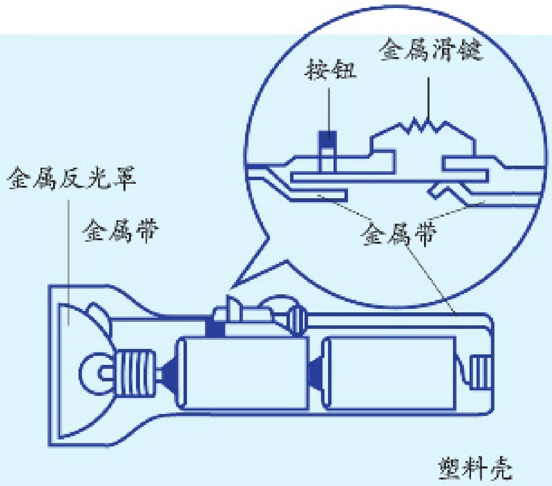


图 10-13　手电筒结构图

10.3　串联电路和并联电路

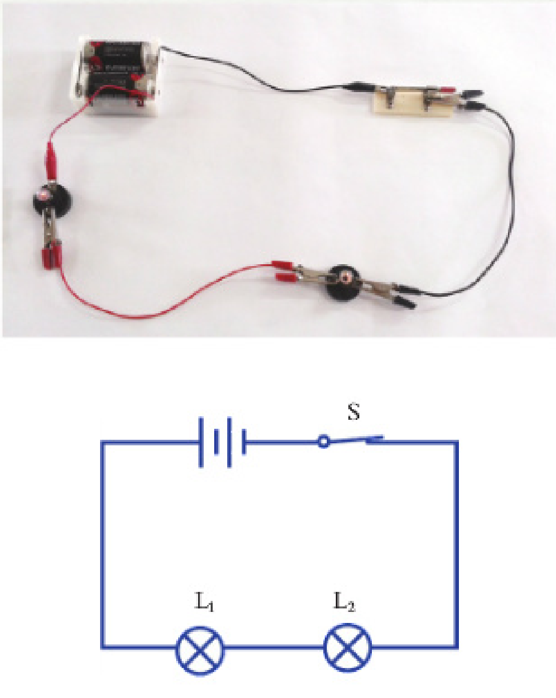
夜幕降临，华灯四起（图 10-14）。你是否知道，为什么一座大楼各个房间里的电灯并非同时点亮或熄灭，而在一串节日灯中各个小灯泡却必须同时点亮或熄灭？两个电路中，灯泡的连接方式有什么不同呢？



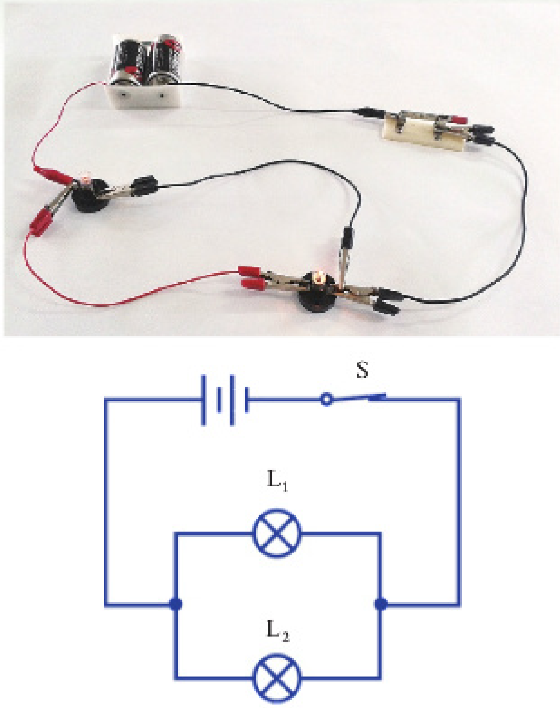
图 10-14　华灯高照的夜晚

10.3.1　串联电路和并联电路

实际的电路中通常不止一个用电器，不同用电器的连接方式也不尽相同。但不同用电器有两种基本的连接方式，如图 10-15 所示。



a



b

图 10-15　串联电路和并联电路

像图10-15a那样，把用电器逐个顺次连接起来的电路，叫做串联电路（series circuit）；而像图10-15b那样，把用电器并列连接起来的电路，叫做并联电路（parallel circuit）。复杂的电路通常是由串联电路和并联电路组合起来的。

想一想

如图 10-16 所示的电路中，去掉哪一条导线，可以使两个灯泡变成串联？改变哪一条导线一个线端的连接点，可以使两个灯泡变成并联？

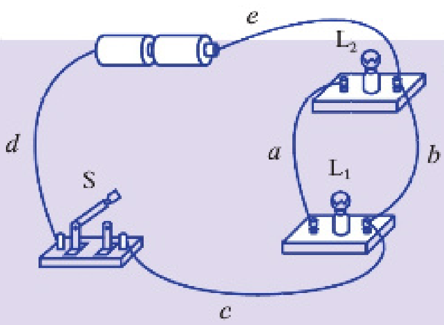


图 10-16　变为串联电路

10.3.2　初探串联电路

活 动 7

1. 用导线将 2 节干电池、2 个灯泡、3 个开关按图 10-17 所示的方式连接成电路。

2. 根据实物电路图在图 10–18 中的方框内画出它的电路图。
3. 按表 10–2 所列的操作方法进行实验，并填写观察结果。

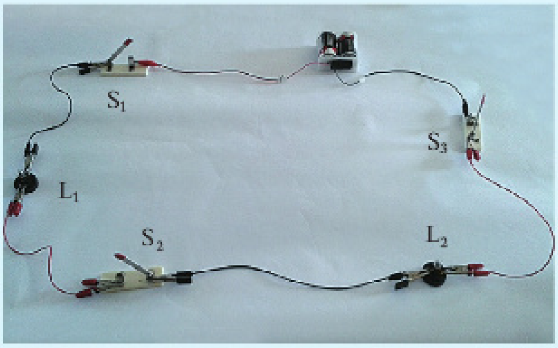


图 10–17 初探串联电路

图 10–18 画出电路图

表10–2 研究串联电路

实验次序	操作方法	观察结果
1	闭合 S_2、S_3。先闭合 S_1，然后断开 S_1	
2	闭合 S_1、S_3。先闭合 S_2，然后断开 S_2	
3	闭合 S_1、S_2。先闭合 S_3，然后断开 S_3	

由实验可见，在串联电路中，无论哪一个位置断开，所有的用电器都不能工作。所以，在串联电路中，任一处的开关都能同时控制所有用电器。

串联电路中各段电路的关系好像图 10–19 中桥梁和隧道的关系。桥梁和隧道无论哪一个被阻断，车辆都无法通过。类似地，串联电路中无论哪个位置断开，电流都无法形成。



图 10–19 桥梁与隧道

想一想

1. 两个灯泡串联时，闭合开关后，如果取走一个灯泡，另一个灯泡能否发光？为什么？
2. 你明白一串节日灯中，各个小灯泡必须同时点亮或熄灭的道理了吗？

10.3.3 初探并联电路

活动 8

1. 用导线将 2 节干电池、2 个灯泡、3 个开关按图 10-20 所示的方式连接成电路。
2. 根据实物电路图在图 10-21 中的方框内画出它的电路图。

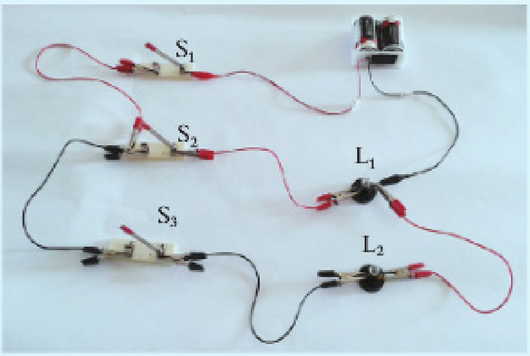


图 10-20 初探并联电路

图 10-21 画出电路图

3. 按表 10-3 所列的操作方法进行实验，并填写观察结果。
4. 比较 3 个开关，它们的作用有什么不同？

表10-3 研究并联电路

实验次序	操作方法	观察结果
1	闭合 S_2、S_3。先闭合 S_1，然后断开 S_1	
2	闭合 S_1、S_3。先闭合 S_2，然后断开 S_2	
3	闭合 S_1、S_2。先闭合 S_3，然后断开 S_3	

在并联电路里，并联用电器的连接点叫做电路的分支点（branch point），从电源两极到两个分支点的那部分电路叫做干路（primary road），两个分支点之间的各条电路叫做支路（by-trail）。

由实验可见，在并联电路中，接在干路上的开关能同时控制所有用电器。而接在支路上的开关只能控制该支路上的用电器。



图 10-22 桥梁

并联电路各个支路之间的关系好像图 10-22 中横跨江面上的两座桥梁的关系。两座桥梁中，任一桥梁被阻断都不会影响另一桥梁上的通行。类似地，并联电路中各条支路的通断也可以单独进行控制。

想一想

1. 两个灯泡并联时，闭合所有开关后，如果取走一个灯泡，另一个灯泡能否发光？为什么？
2. 你明白一座大楼各个房间里的电灯，为什么可以不同时点亮或熄灭的道理了吗？

本章提要

1. 电路是用导线把电源、用电器和开关等连接起来组成的电流路径。
2. 电荷的定向移动形成电流。科学上规定正电荷移动的方向为电流方向，金属导体中自由电子的定向移动方向与电流方向相反。
3. 用规定的符号表示电路连接情况的图叫做电路图。
4. 通路：电路上处处连通，用电器与电源之间构成闭合的回路。
   开路：电路上某处断开，用电器与电源之间不能构成闭合的回路。
   短路：电源两端不经过用电器而用导线直接连接起来。
5. 几个用电器最简单的连接方式有串联和并联两种方式。把用电器逐个顺次连接起来的电路，叫做串联电路；把用电器并列连接起来的电路，叫做并联电路。
6. 在串联电路中，任一处的开关都能同时控制所有用电器。在并联电路中，接在干路上的开关能同时控制所有用电器；而接在支路上的开关只能控制该支路上的用电器。

练 习 题

一、选择题

1. 下列各项中，属于电源的是（　　）。


A. 电动机


B. 发电机


C. 电视机


D. 电铃

2. 关于电流的方向，下列说法正确的是（　　）。

A. 金属导体中的电流方向就是自由电子定向移动的方向

B. 金属导体中的电流方向就是导体内正电荷定向移动的方向

C. 负电荷定向移动的方向与电流方向相反

D. 金属导体中自由电子移动的方向与电流方向相反

3. 如图10-23所示的四个电路中，开关能使灯泡L_1、L_2同时发光、同时熄灭的是（　　）。

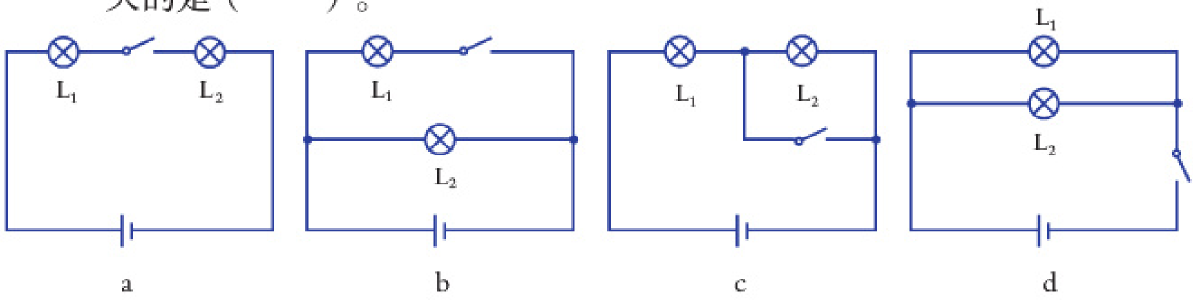


图 10-23

A. a、c　　B. b、d　　C. a、d　　D. c、d

4. 某电路中接有2个灯泡，下列哪一项能作为判定这两个灯泡串联的证据？（　　）。

A. 某个开关能够同时控制两个灯泡

B. 取掉任一个灯泡，另一个灯泡总是不亮

C. 某个开关只能控制其中一个灯泡

D. 取掉任一个灯泡，另一个灯泡仍然能亮

二、简答题

1. 将以下左右各项的对应关系用线条连接起来。

电源 ·	· 导通电路
导线 ·	· 提供电能
用电器 ·	· 控制电路通断
开关 ·	· 利用电能工作

2．如图10-24所示，小刚家安装了门铃。请在图10-25的线框内画出门铃、开关和电源连接情况的电路图。

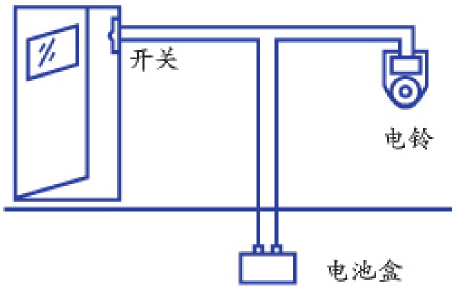


图 10-24



图 10-25

3．如图10-26所示的三个电路图，哪个是串联电路？哪个是并联电路？

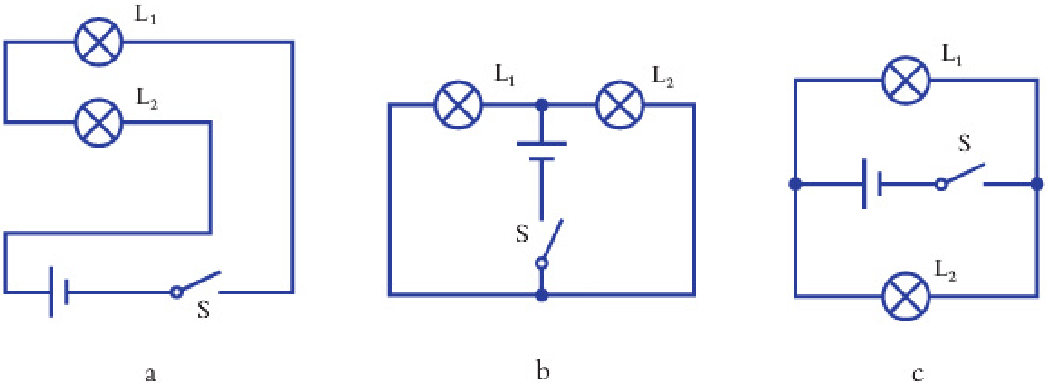


图 10-26

4．试用图10-26所提供的电路器件连接成并联电路，并在图10-27的线框内画出相应的电路图。

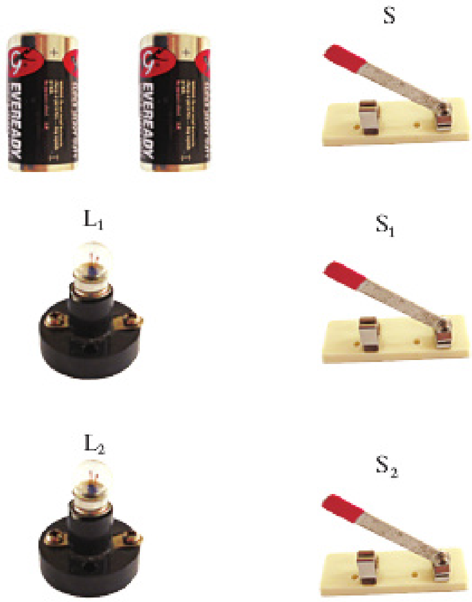


图 10-26



图 10-27



第四单元

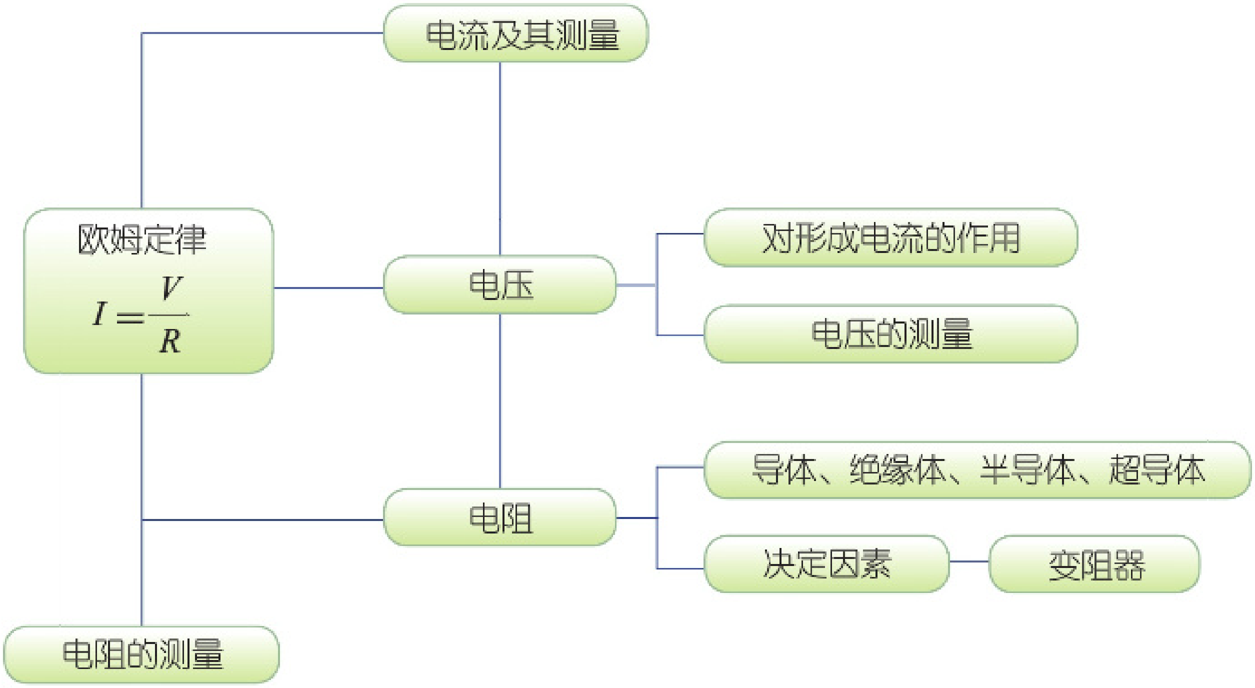
电 的 奥 秘

第11章 电流、电阻和电压

学习目标

1. 知道电流强度概念，会用安培计测量电流。
2. 知道电压对电路形成电流的作用，会用伏特计测量电压。
3. 知道导体、绝缘体、半导体与超导体。
4. 知道电阻概念的基本意义。知道决定导体电阻大小的因素。
5. 认识滑动变阻器，会用滑动变阻器改变电路中的电流。
6. 认识欧姆定律，并会用来进行简单计算。

本章概念图


电流及其测量
欧姆定律
$I=\frac{V}{R}$
电压
对形成电流的作用
电压的测量
导体、绝缘体、半导体、超导体
电阻
决定因素
变阻器
电阻的测量

11.1 电流及其测量

人的两只手分别接触干电池的两极时，人的身体对电流根本没有什么感觉。但如果人的两只手分别接触家庭电路两根导线的金属体，电流将会危及人的生命。为什么同样有电流通过人体，产生的结果会相差那么大呢？

11.1.1 电流强度

活动1

如图 11-1 所示，利用手摇发电机给小灯泡供电。当发电机缓慢转动时，小灯泡发出微弱的光。而当发电机快速转动时，小灯泡将变得很亮。

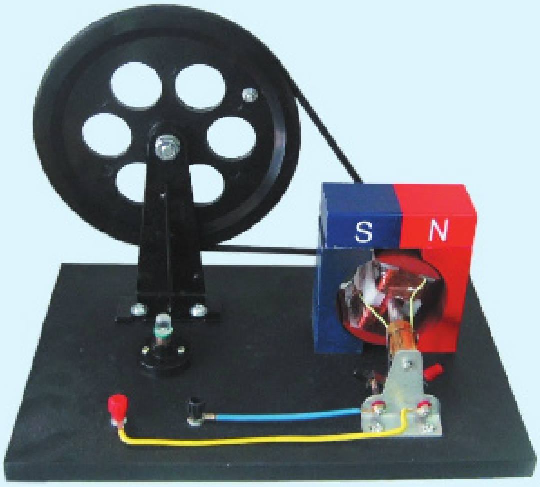


图11-1 发电机

上述实验中，小灯泡亮度的变化反映了通过小灯泡电流大小的变化。

电流的大小称为电流强度，简称电流，用字母 I 表示。电流的单位是安培（ampere），简称安，符号为 A。它是为了纪念物理学家安培（André-Marie Ampère）而命名的。电流更小的单位为毫安（mA）和微安（μA），它们的换算关系是：

$$1\ \text{A}=10^3\ \text{mA}$$
$$1\ \text{mA}=10^3\ \mu\text{A}$$

科学家小故事

安 培

安德烈·玛丽·安培（André-Marie Ampère，1775–1836），法国物理学家，1775 年出生于法国的一个富商家庭。他在电磁学方面的研究有重大的发现，他提出了解释磁现象的分子电流假说，发现了安培定则和电流之间相互作用的规律等。安培在数学和化学方面也有重大的贡献。



图11-2 安培

不同用电器的工作电流是不同的（图 11-3），同一个用电器在不同工作状态下的电流也不相同。

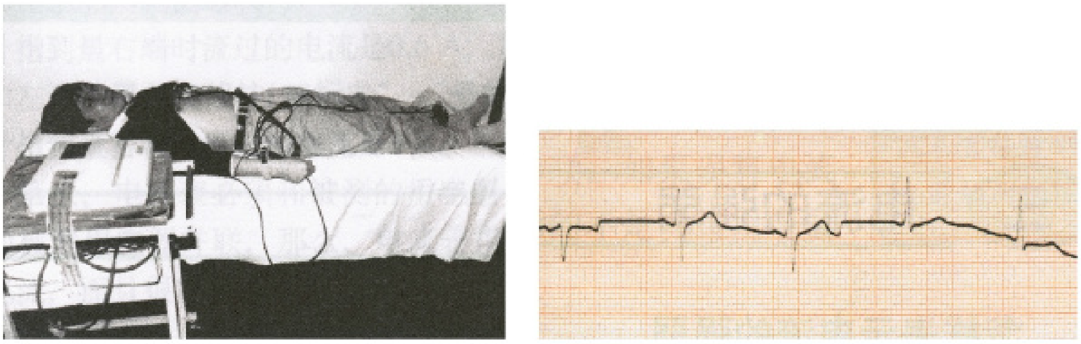


图11-3 常见用电器正常工作时的电流（大约值）

活 动 2

通过上网查找等方式，了解更多家用电器的工作电流，并与同伴交流。

不但电路中存在电流，生物体内也有电流。人体心脏的跳动就是由体内微弱的脉冲电流来触发和控制的。这种微电流也会经身体组织传到皮肤。在人的胸部和四肢连上电极，就可以在仪器上看到控制心脏跳动的电流随时间变化的曲线，这就是通常说的心电图（图 11-4）。通过心电图可以了解心脏的工作是否正常。



a 检测心电图　　b 正常心电图

图11-4　心电图

小档案

测　谎　仪

人体的许多部位都有微弱的电流产生。例如，对人脑不同程度的刺激事件，会使人脑产生不同形式的脑电流，探测并放大这些脑电流，就能对人脑的思维或者情绪状态进行分析并作出推测或判断。据此原理，人们发明了测谎仪。测谎技术常被用于辅助案件的侦查。



图11-5　测谎

人体对强度不同的电流会有不同的反应。一般情况下，能引起人体感觉的最小电流约为 1 mA，15 mA 的电流会使人的肌肉失去控制，而 100 mA 的电流则可能致人死亡。

11.1.2　电流的测量仪器

电流的大小可以用安培计（ammeter）测量。安培计的符号是：—(A)—。图 11-6 所示的是生活中常用的安培计，这些仪表上通常都标有电流单位的符号“A”、“mA”、“μA”。



图11-6　生产中常用的一些安培计

如图 11-7 所示的是实验室常用的安培计。每个安培计都有一定的测量范围——量程。含有 3 个接线柱的安培计有 2 个量程，对应不同的量程，刻度盘上最小刻度所表示的电流值是不同的。



图11-7　双量程安培计

活 动 3

1. 给你一个如图 11-7 所示的安培计，观察它的表盘，它的两个量程中较大的量程为 ________A，较小的量程为 ________A。
2. 安培计表盘上的刻度有 ______ 个大格，______ 个小格。取较大量程时，每一大格代表 ________A，每一小格代表 ________A；取较小量程时，每一大格代表 ________A，每一小格代表 ________A。

用安培计测量电路的电流时，安培计的指针向右偏得越多，表示被测的电流越大。具体的读数方法如下：

（1）明确安培计的量程，是 1 A，还是 5 A。

（2）确定安培计的一个大格代表多大电流，一个小格代表多大电流。

（3）接通电流后，看表针向右总共偏过几个大格几个小格，就能知道电流究竟是多大。

读 图

如图 11-8 是一个双量程安培计的表盘。

1. 若所取的量程为 5 A，安培计的读数为________A。
2. 若所取的量程为 1 A，安培计的读数为________A。

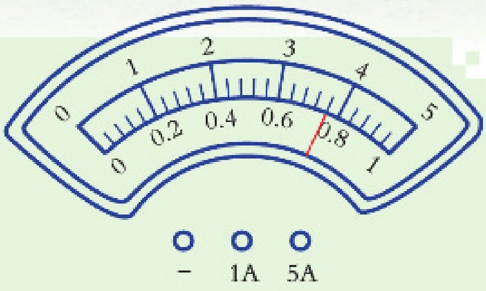


图11-8　安培计表盘

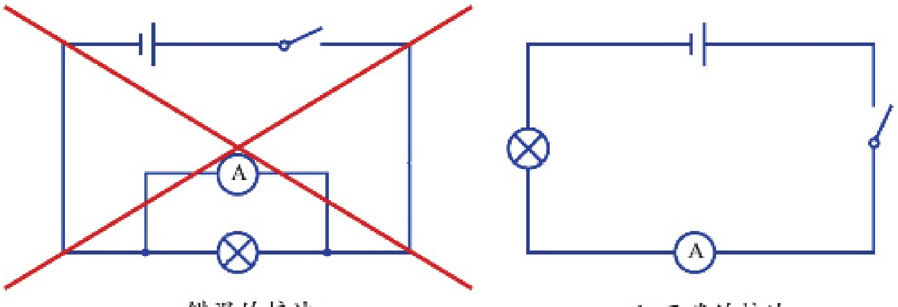
11.1.3　安培计的使用

安培计作为一种比较精密的仪器，使用时必须遵守一定的规范。

第一，正确选择量程。被测电流不得超过安培计的量程，否则会损坏安培计。在不能预先估计被测电流大小的情况下，应先将电路的一个线头接在安培计的公共接线柱上，拿电路的另一个线头迅速试触安培计的量程较大的接线柱，如果指针偏转角度太小，再使用较小的量程。

第二，安培计必须与被测的用电器串联。如果将安培计与被测的用电器并联，那么，安培计指示的就不是流过用电器的电流，而且很容易损坏安培计。

第三，必须使电流从安培计的“+”接线柱流入，从“−”接线柱流出。通常红色的接线柱为“+”接线柱，黑色的接线柱为“−”接线柱。接线时，应当将电源正极过来的导线连接“+”接线柱，将电源负极过来的导线连接“−”接线柱。



a 错误的接法　　b 正确的接法

在任何情况下都不能将安培计直接连接到电源的两极。

图11-9　安培计必须与被测的用电器串联

想一想

如果将安培计的接线柱接反了，电流就会从安培计的“−”接线柱流入，从安培计的“+”接线柱流出。这样会对安培计造成怎样的后果？

活动 4

1. 按图 11-10 方式连接电路。连接时先试触安培计较大的量程，再选择合适的量程，将安培计接入电路。
2. 观察灯泡的亮度，通过灯泡的电流为：__________A。
3. 将电池改为 1 节接入电路，重复上述操作。灯泡的亮度变化是：__________。通过灯泡的电流为：__________A。

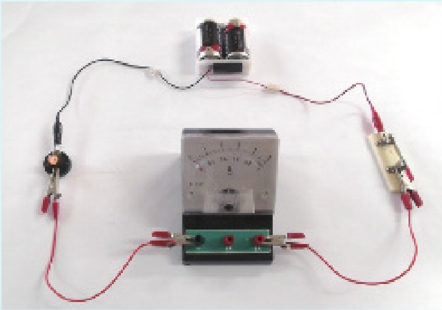


图11-10　测量电流

11.2　电压及其测量

在电路中，导线中的电流是自由电子定向移动形成的。那么，是什么原因使得导线中的自由电子做定向移动呢？

11.2.1　电　压

电压（voltage）是人们比较熟悉但又比较抽象的概念，以下类比可以帮助我们理解电压概念的意义：如图 11-11，抽水机转动时，会对水产生推动作用，使水沿着水管做定向流动形成水流，从而推动涡轮的转动。类似地，在图 11-12 的电路中，电源也会对导线中的自由电子产生推动作用，使自由电子沿着导线做定向移动形成电流，从而使电灯发光。我们可以粗略地认为，所谓电压就是电源对自由电荷的推动作用，它是电路产生电流的原因。

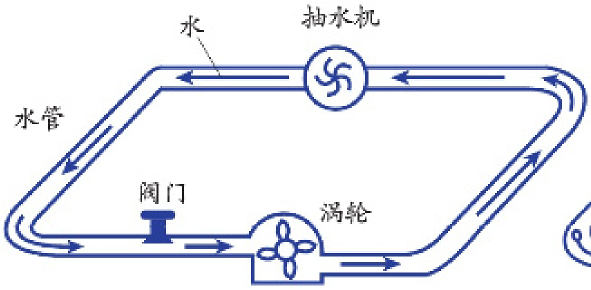


图11-11　抽水机的推动形成水流

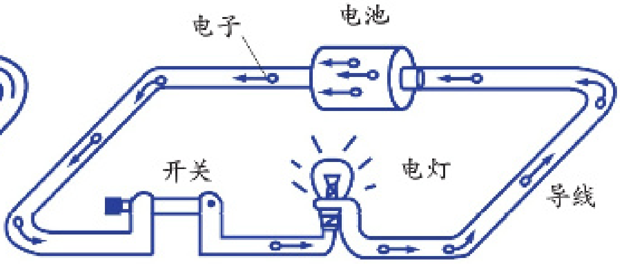


图11-12　电池的推动形成电流

电压用字母 V 表示。电压的单位是伏特，简称伏，符号为 V。它是为了纪念物理学家伏打而命名的。电压更大的单位有千伏（kV），更小的单位有毫伏（mV）。

$$1\ \text{kV}=10^3\ \text{V}$$
$$1\ \text{V}=10^3\ \text{mV}$$

科学家小故事

伏　打

伏打（Alessandro Volta，1745-1827），意大利物理学家，在电学和化学的研究领域有重大贡献。他发明了起电盘，进行了各种气体的爆炸试验，于 1800 年发明了世界上第一个电池——伏打电堆。



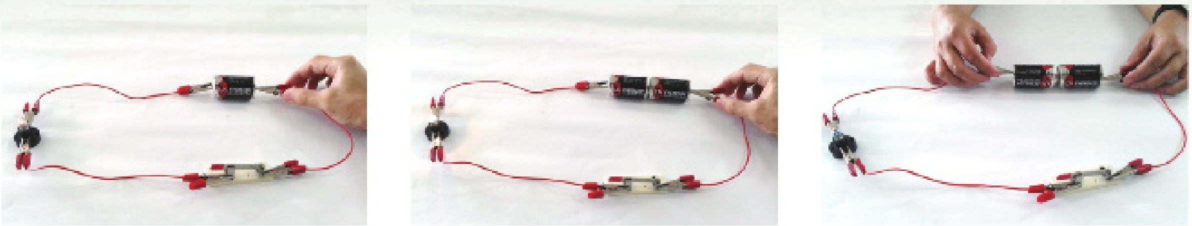
图11-13　伏打

表11-1　一些常见的电压值（单位：V）

一节普通干电池、钮扣电池的电压	1.5
一个蓄电池的电压	2
汽车电源的电压	12
一般情况下，对人体的安全电压	≤ 36
我国家庭照明电路的电压	230
工厂动力用电的电压	415
特高压输电的电压	$> 1000 \times 10^3$
闪电时，云层间的电压（可达）	10^9

活 动 5

1. 用 1 节干电池给灯泡供电（图 11-14a），观察灯泡的亮度。
2. 用 2 节干电池正极朝同一方向连接给灯泡供电（图 11-14b），观察小灯泡亮度的变化。
3. 用 2 节干电池正极朝相反方向连接给灯泡供电（图 11-14c），观察小灯泡亮度的变化。



a　　b　　c

图11-14　比较不同的供电效果

电池对自由电子的推动是有方向的。当多个电池同方向顺次连接时，电池对自由电荷的推动作用相互叠加，总电压增大。当电池反向连接时，电池对自由电荷的推动作用相互抵消，总电压减小。

11.2.2　电压的测量仪器

电压的大小可以用伏特计（voltmeter）测量。伏特计的符号是：—Ⓥ—。图 11-15 所示的是生活中常用的伏特计，这些表上通常都标有电压的单位符号“kV”、“V”、“mV”等。



图11-15　生产中常用的一些伏特计

如图 11-16 所示的是实验室常用的伏特计。伏特计有一定的测量范围——量程。有 3 个接线柱的伏特计有 2 个量程。对应不同的量程，刻度盘上最小刻度所表示的电压值是不同的。



图11-16　双量程伏特计

活动 6

伏特计的读数方法与安培计的读数方法是完全相同的。

1. 观察如图 11-16 所示的双量程伏特计的表盘，其较大的量程为 ________V，较小的量程为 ________V。
2. 伏特计取较大量程时，每一大格代表 ________V，每一小格代表 ________V；取较小量程时，每一大格代表 ________V，每一小格代表 ________V。

11.2.3 伏特计的使用

和安培计一样，伏特计作为一种精密的测量仪器，也要注意使用的规范。

和安培计不同，伏特计可以直接接在电源的两端测量电压。

第一，正确选择伏特计的量程。在不能预先估计被测电压大小时，应先试触伏特计的较大量程的接线柱，如果指针偏转角度太小，再使用较小的量程。

第二，必须把伏特计与被测的用电器并联。

第三，应当将电源正极过来的导线连接伏特计的“+”接线柱（通常是红色），将电源负极过来的导线连接伏特计的“-”接线柱（通常是黑色）。

活 动 7

1. 按图 11-17 方式将伏特计与灯泡 L_1 并联。连接时先试触伏特计较大的量程，再选择合适的量程，将伏特计接入电路。
2. 灯泡 L_1 两端的电压为：________V。
3. 改将伏特计与灯泡 L_2 并联，重复上述操作。灯泡 L_2 两端的电压为：________V。

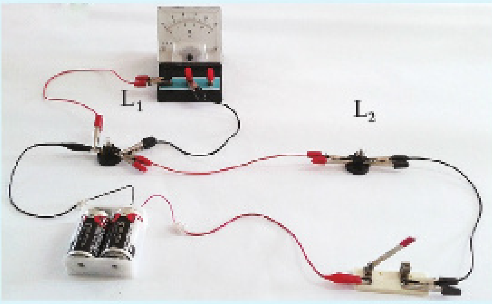


图11-17 测量电压

小档案

电 鳗

从原始的单细胞生物到复杂的多细胞动植物，都不同程度地会产生电，人们称之为生物电。不过生物细胞的电压是很微弱的，最大的电压也不过几毫伏。然而有些鱼类却能放出电压很高的电。

淡水鱼中放电能力最强的是生活在南美洲亚马孙河和圭亚那河的电鳗（图 11-18），它的输出电压高达 300 ~ 800 V，故有“水中高压线”之称。电鳗的发电器官由许多电板组成，分布在身体两侧的肌肉内，尾部为正极，头部为负极，整个身体相当于一个大电池。电鳗放电是捕获其他动物的一种手段。它能够轻易地把比它小的动物击死，有时还会击毙比它大的动物，正在河里涉水的马或牛也会被电鳗击昏。



图11-18 电鳗

11.3 导体的电阻

你在日常生活中一定经常使用过插头，但你是否想过，为什么插头的几个插脚是用铜做成的，而固定插脚的壳却是用塑料做成的呢？

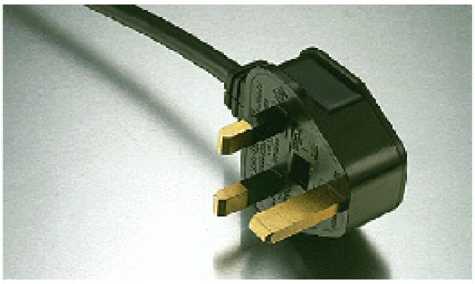


图11-19 插头

11.3.1 导体和绝缘体

我们已经知道，不同的物质，导电的性能不同。有的容易导电，有的不容易导电。

想一想

说说你所熟悉的物质中，哪些容易导电？哪些不容易导电？

容易导电的物质叫做导体，如金属、石墨、人体、大地，以及酸、碱、盐的水溶液等都是导体。不容易导电的物质叫做绝缘体。橡胶、玻璃、陶瓷、塑料、油等都是绝缘体。



图11-20 电工维修输电线路

导体和绝缘体因其不同的性质，在生产生活中扮演着不同的角色。例如，在图11-20中，输电的导线是由金属导体做成的，但它是用瓷瓶（绝缘体）挂在金属制成的电线架上。为了安全，电工的专用手套和靴子都是用绝缘材料橡胶做成的。他们用的梯子也是用绝缘材料做成的。

导体为什么容易导电，而绝缘体为什么不容易导电？原来，导体中有能够自由移动的电荷，它能从导体的一个地方移动到另一个地方，所以，导体容易导电。而在绝缘体中，几乎没有可自由移动的电荷，所以，绝缘体不容

易导电。

金属是最重要的导体。在金属内部，有大量电子可以摆脱原子的束缚，从一个地方自由移动到另一个地方（如图 11-21），这些电子叫做自由电子。金属导体就是依靠自由电子的移动而实现导电的。

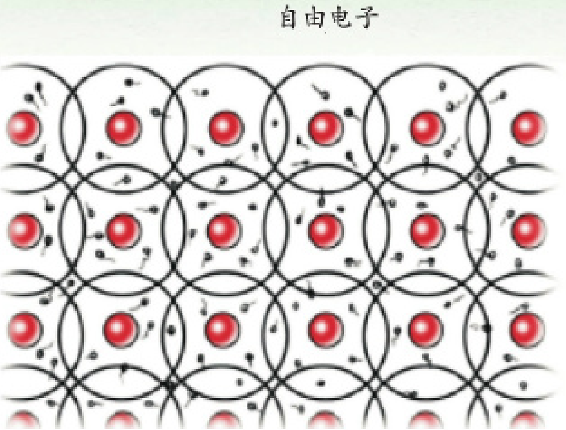


图11-21　金属中的自由电子模式图

活动 8

如图 11-22，取一个废灯泡的玻璃支杆（金属架完好），和一只发光二极管串联在电路上。玻璃在常温时二极管不会发光。当用酒精喷灯对玻璃加热至红炽状态时，二极管将发出光来。

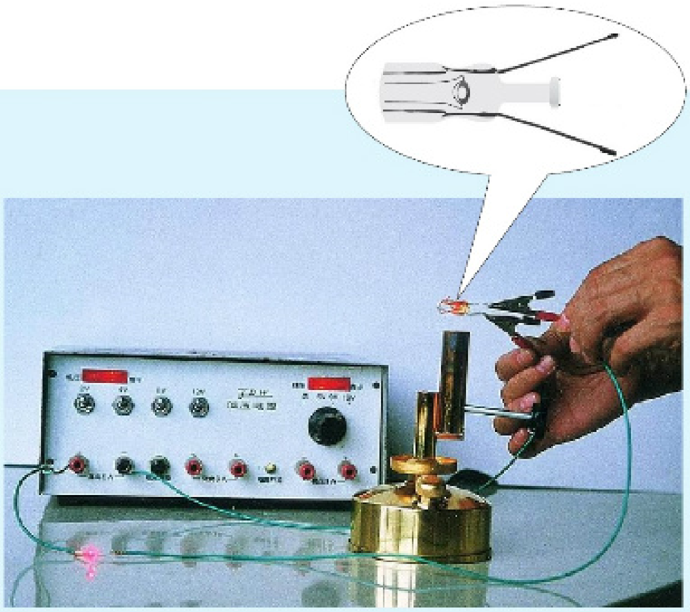


图11-22　玻璃烧红后能够导电

上述实验表明，导体和绝缘体并不是绝对的，有些绝缘体在条件改变时会变成导体。而导体的表面被氧化或腐蚀后，导电能力则会下降，甚至不导电。因此，电路的关键部位必须采取防腐蚀措施。例如，人造卫星电路的接触点表面一般都会镀上金，以防止腐蚀，确保电路导电的可靠性。

11.3.2　半导体

半导体是导电能力介于导体与绝缘体之间的物质。例如，硅和锗都是典型的半导体。半导体材料最重要的性质并非它的导电性的强弱，而是当环境温度和光照发生变化，或掺入杂质时，它的导电性及其他许多特性都会发生很大的变化。

半导体材料正是由于其具有的独特性质，才得以在电子技术和微电子技术中扮演着极为重要的角色。在许多电子设备中使用的晶体二极管、三极管都是由半导体材料制成的。



图11-23　半导体材料硅

微电子技术是建立在以集成电路为核心的各种半导体器件基础上的高新电子技术。

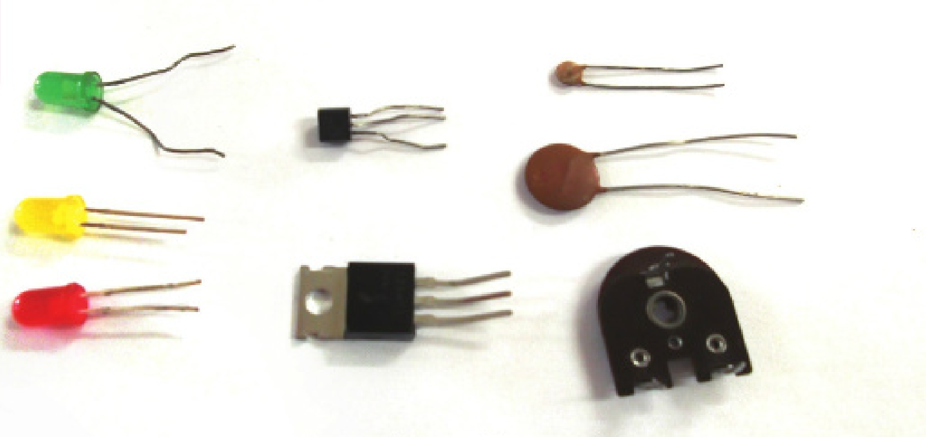


图11-24　各种晶体二极管和三极管

现在，人们能够用半导体薄片制成集成电路（integrated circuit）芯片。一个面积小于 $0.5\,\text{cm}\times0.5\,\text{cm}$ 的芯片，可以容纳成千上万个二极管、三极管和电阻等元件。

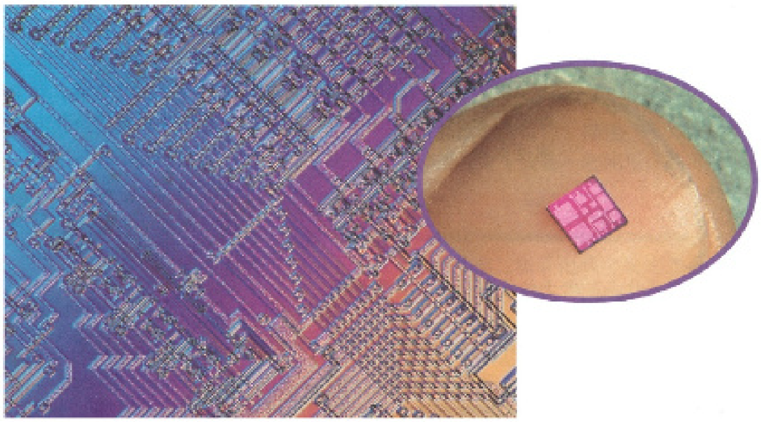


图11-25　在集成电路芯片上，两个元件之间的间隔是人头发直径的1/50

活动 9

通过上网查找等方式，了解除了制造二极管、三极管及集成电路芯片外，半导体还有哪些重要的应用，与同伴交流。

11.3.3 电 阻

活动10

在如图 11-26 的电路中，先将两个鳄鱼夹 a、b 相接触，再在 a、b 间分别搭两段粗细和长度都不相同的镍铬合金丝 A 和 B，比较三种情况下小灯泡的亮度和安培计的读数。将结果记录在表 11-2 中。

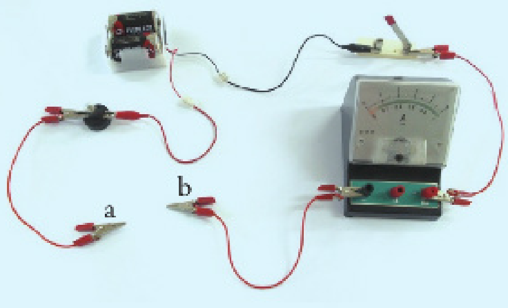


图11-26 探究导体对电流的影响

表11-2 导体对电流的作用

操作	小灯泡亮度（最亮 / 较暗 / 最暗）	安培计读数（A）
鳄鱼夹 a、b 直接接触		
鳄鱼夹 a、b 之间接镍铬合金丝 A		
鳄鱼夹 a、b 之间接镍铬合金丝 B		

上述实验中，在鳄鱼夹 a、b 之间接入镍铬合金丝时，电路上即有电流，但电流却比两个鳄鱼夹直接连接时小。这表明，导体在电路中既能导通电流，也会对电流起阻碍作用。不同的导体，对电流的阻碍作用不同。

科学上用电阻（resistance）描述导体对电流阻碍作用的大小。导体对电流的阻碍作用越大，其电阻值就越大。

电阻用字母 R 表示。它的单位是欧姆，简称欧，符号为 Ω。它是为了纪念物理学家欧姆（Georg Simon Ohm）而命名的。电阻更大的单位有千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）。

$$1\ \text{M}\Omega=10^3\ \text{k}\Omega$$

$$1\ \text{k}\Omega=10^3\ \Omega$$

11.3.4 固定电阻器

电阻器（resistor）在日常生活中通常直接称为电阻。阻值不能改变的电阻器称为固定电阻器，它是极为重要的电子基本元件。在电子设备中使用不同阻值的电阻器，可以对电路的电流进行有效的控制。

电阻器按其材料分，可分为：碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器、碳合成电阻器、金属氧化膜电阻器等。

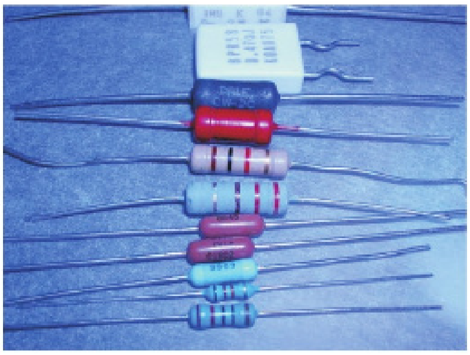


图11-27 固定电阻器

想一想

有些电阻器上有几个不同颜色的环，这些色环的数目和颜色表示某个电阻器的标称电阻及其允许偏差等参数。你认为用色环标记有什么好处？

小档案

光敏电阻器

光敏电阻器又称光电管，是利用半导体的特殊性质制造的电阻器，其特点是：入射光越强，电阻越小；入射光越弱，电阻越大。用光敏电阻器制造的光自动控制开关，可用于对光比较敏感的装置上。例如楼梯灯的声控开关要求白天对声响不作出反应，而在夜晚对声响要作出反应，就需要使用光敏电阻器。又如路灯自动开关、照相机的自动测光等，都需要应用光敏电阻器。

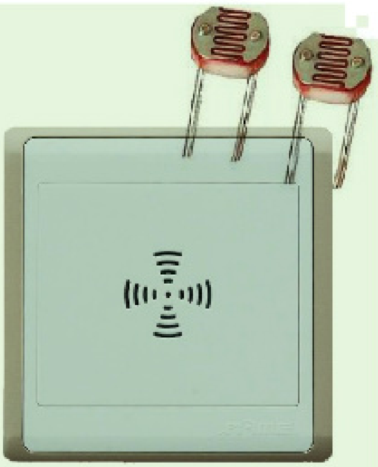


图11-28 声控开关

11.4 导体电阻大小的决定因素

所有导体对电流都具有阻碍作用，即都有电阻。那么，导体电阻的大小由哪些因素决定呢？

11.4.1 探究电阻大小的决定因素

活动11

1. 关于导体电阻的相关因素，试大胆作出假设，并说明建立假设的理由。你不妨拿图 11-29 所示的水管对水流的阻碍作用作一个类比。



图11-29 水流过短而粗的水管比流过长而细的水管更容易，水流过干净的水管比流过被污物阻塞的水管更容易。

你可能会作出如下假设：

假设一：导体的电阻跟导体的长度有关；

假设二：导体的电阻跟导体的横截面积有关；

假设三：导体的电阻跟导体的材料有关。

……

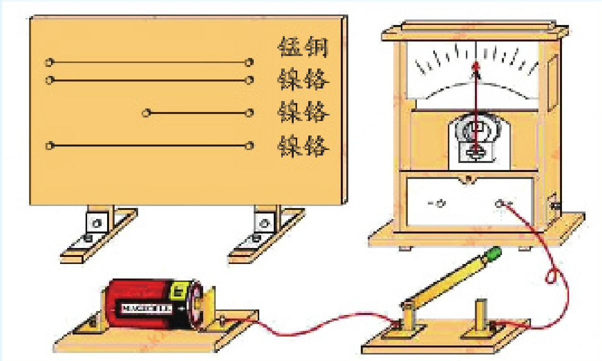


图11-30 探究电阻的相关因素

2. 利用如图 11-30 的实验装置，采用控制变数法对上述假设进行检验。

（1）探究电阻与导线长度的关系。

这个实验中，反应性变数是____________，操纵性变数是____________，固定性变数是____________和____________。

先后将长度不同、粗细相同的镍铬合金丝接入电路。发现长合金丝接入时，安培计的读数较小，据此比较两条合金丝电阻的大小。

实验表明：导线的长度越________，电阻越________。

（2）探究电阻与导线粗细的关系。

这个实验中，反应性变数是____________，操纵性变数是____________，固定性变数是____________和____________。

先后将长度相同、粗细不同的镍铬合金丝接入电路。发现细的合金丝接入时，安培计的读数较小，据此比较两条合金丝电阻的大小。

实验表明：导线的横截面积越______，电阻越______。

（3）探究电阻与导线材料的关系。

这个实验中，反应性变数是____________，操纵性变数是____________，固定性变数是____________和____________。

先后将长度、粗细都相同的镍铬合金丝和锰铜丝接入电路，发现镍铬合金丝接入时，安培计的读数较小。由此实验，你能得出什么结论？

由上述实验可得，电阻是导体本身的一种特性，它的大小决定于导体的材料、长度和横截面积。长度越长，横截面积越小，电阻越大。

活动 12

把用细铁丝绕制的线圈或灯泡的灯丝（钨丝），按图 11-31 接入电路。缓慢地给线圈或灯丝加热时，安培计的读数将逐渐减小。

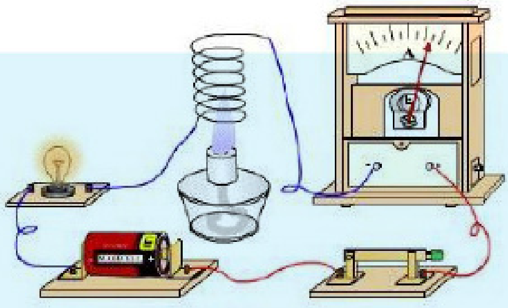


图11-31 探究金属电阻与温度的关系

实验表明，导体的电阻还跟温度有关。对金属导体来说，温度越高，电阻越大。例如灯泡的灯丝，其正常发光时的电阻可以达到常温下电阻的数倍甚至近十倍。

不同材料的导热能力不相同，同样地，不同材料的导电能力也各不相同。你能够根据表 11-3 中的数据比较不同材料导电能力的强弱吗？

表11-3 长1 m、横截面积1 mm^2 的几种材料的电阻（20℃时）

材料	电阻（Ω）	材料	电阻（Ω）
银	0.016	锰铜	0.44
铜	0.0175	镍铬合金	1.0
铝	0.029	电木	10^{15}
钨	0.053	瓷	2×10^{19}
铁	0.10	橡胶	$10^{19}\sim10^{22}$

表 11-3 中所列的几种材料相比，在相同条件下，银、铜、铝的电阻很小，而镍铬合金的电阻较大。因此，人们常用电阻小而价格实惠的铜或铝来制作导线。电木和橡胶的电阻很大，它们都是很好的绝缘材料。

11.4.2 超　导

1911 年，荷兰物理学家昂纳斯（Onnes）做了一个实验：他将水银逐渐冷却到 −40 ℃，发现水银的电阻值将逐渐减小。当温度降到 4.153 K（−268.997 ℃）时，他惊奇地发现，水银的电阻突然消失了（如图 11−32）。后来人们陆续发现，还有一些金属、合金在温度降到某一数值时，电阻也会突然消失。人们把这种电阻突然消失的现象称为超导现象（superconduction phenomenon），把电阻为零的材料叫做超导体（superconductor），把材料从正常态转变为超导态的温度叫做转变温度。

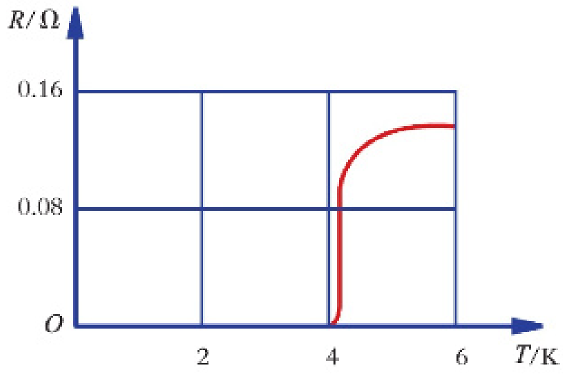


图11−32　低温下汞的电阻与温度的关系

表11−4　几种超导材料的转变温度

元素	铅	汞	锡	铝	锌	钛	铱	钨
转变温度 /K	7.193	4.153	3.722	1.196	0.75	0.39	0.140	0.012

在许多情况下，人们对通电导体的发热感到困扰。因为发热不但会造成电能的损耗，而且容易导致火灾等事故。为了减小发热，人们选用铜和铝制造导线，并在大电流线路中采用横截面大的导线。但在大电流的机器中采用横截面大的导体，又会造成导线重量巨大，或机器体积庞大。如何找到一种完全没有电阻的材料一直是科学家们梦寐以求的愿望。所以，超导的研究是当前科学界一个热门的课题。

想一想

要使超导体能在实际中广泛得到应用，你认为最关键的问题是什么？

自昂纳斯发现纯汞金属超导体以来，各国科学家一直在寻找新的超导材料，尤其是高温超导材料。科学家经过了漫长而艰辛的历程，进行了千万次实验，到了 20 世纪 80 年代后期，超导的研究有了重大的突破。科学家陆续寻找到转变温度为几十凯甚至一百多凯的高温超导材料。

超导材料被视为现代社会最有价值的实用材料之一。目前，超导材料已开始在能源、工业、交通、医疗、航天、国防和科学实验等领域中得到应用，并显示出其突出的优点和广阔的应用前景。其中，需求量最大的产品是核磁共振仪和高能加速器中使用的超导线圈，这些设备都需要很大的电流。



图11-33　超导电缆。由于保护、支撑、绝缘、导电、维持低温等要求，超导电缆具有非常复杂的结构。

活 动 13

通过上网查找等方式，了解超导体可应用于哪些方面，与同伴交流。

11.5　变阻器

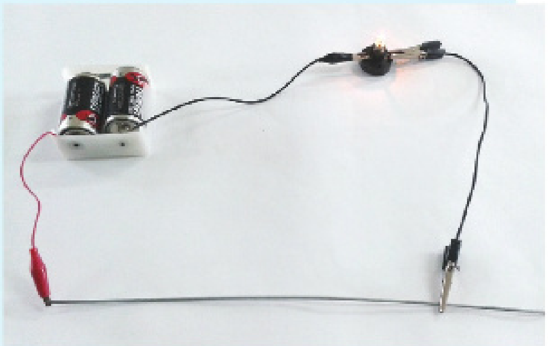
大多数电灯开关只能使电灯点亮或熄灭，但有一种调光台灯，它上面装有一个旋钮，旋动它可以调节台灯的亮暗。这个旋钮里面有什么秘密呢?

要改变台灯的亮度，就要改变通过台灯的电流。而要改变电路中电流的大小，一个比较简单的方法就是改变电路中电阻的大小。


图11-34　调光桌灯

活 动 14

1. 你认为哪些方法可以改变导体电阻的大小?其中哪种方法比较简便?
2. 按如图 11-35 方式，将镍铬合金丝、灯泡串联在电路上。当鳄鱼夹在镍铬合金丝上来回滑动时，观察小灯泡亮度有什么变化。
3. 说说这个改变电流的装置有什么优缺点。


图11-35　直线变阻器

电阻的阻值能够经人为改变的装置叫做变阻器（rheostat）。如图 11-36 所示的是实验室里常用的变阻器，它将漆包电阻丝绕在陶瓷圆筒上，通过滑动套在滑杆上的滑动头来改变接入电路的电阻丝的长度，从而改变接入电路的电阻。这种变阻器叫做滑动变阻器。

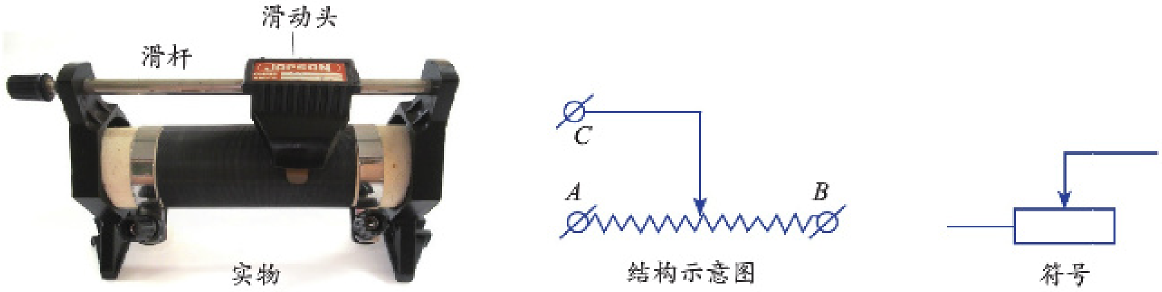


图11-36　滑动变阻器

活动 15

1. 观察滑动变阻器，它有 ________ 个接线柱。
2. 使用滑动变阻器时，应把它的哪两个接线柱接入电路？

____

3. 按如图 11-37 的方式连接电路。
   （1）当闭合开关后，变阻器哪一部分有电流通过？哪一部分没有电流通过？
   （2）当变阻器的滑动头从中间位置向左及向右滑动时，先分析：变阻器的电阻如何变化？灯泡亮度如何变化？再用实验进行检验。
4. 将变阻器的 A、C 接线柱接入电路，重复上述步骤。

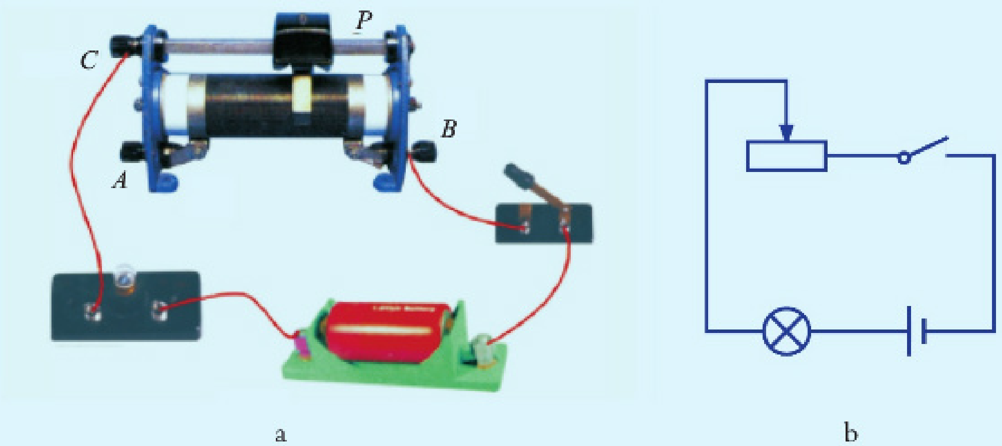
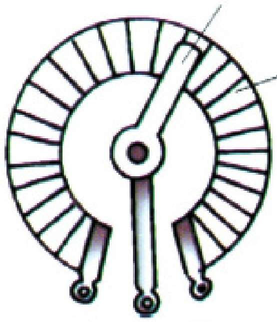


图11-37　滑动变阻器的使用

生活中常用的旋钮变阻器（图 11-38），其原理与滑动变阻器相同，所不同的是其电阻体的形状和操作的方式。



a



b

图11-38　旋钮变阻器

想一想

如果将图 11-38b 的旋钮型变阻器的 A、C 接入电路，要使接入电路的电阻增大，旋钮触片应向哪个方向转动？

变阻器在生活中有着广泛的应用，例如，图 11-39 是专业音响设备的调音台，利用一组可变电阻可改变各种音调的声音成分和响度，从而改变声音的品质。又如，舞台灯光的调节、电风扇的调速，以及收音机和电视机音量的调节等，都需要用到变阻器。



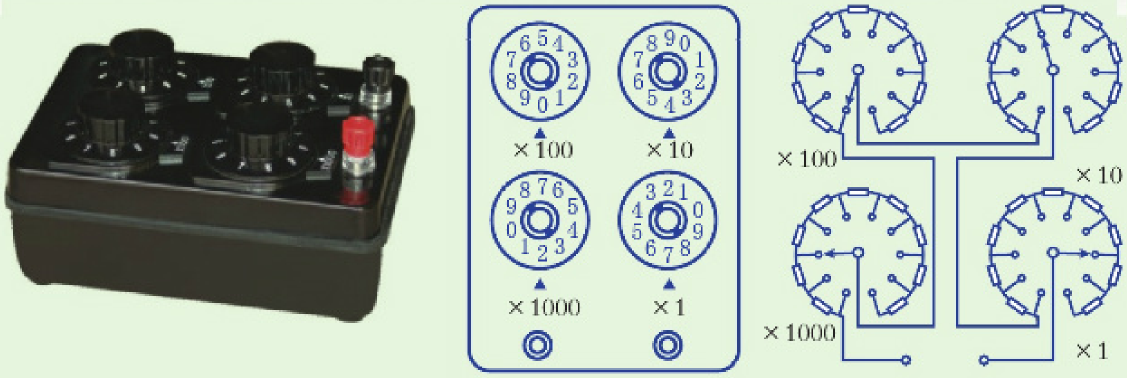
图11-39　调音台

小档案

电 阻 箱

滑动变阻器可以方便地改变电阻的大小，但当滑动头处于某个位置时，我们却无法知道此时变阻器的电阻究竟为多大。电阻箱则是一种能够反映出阻值大小的变阻器。

如图 11-40 是实验室用的旋盘式电阻箱。它的面板上有两个接线柱、四个旋盘。使用时，把两个接线柱接入电路，调节四个旋盘就能得到 0～9999 Ω 之间的任意整数阻值。各旋盘对应的指示点（图中的小三角）的示数乘以旋钮下方标记的倍率，然后加在一起，就是电阻箱接入电路的阻值。



实物外观图　　面板　　内部结构图

图11-40　电阻箱

11.6　电流、电压、电阻的关系

我们已经知道，电流既与电压有关，又与电阻有关。电压越大，对电荷的推动作用越大；电阻越大，对电流的阻碍作用就越大。那么，电流、电压、电阻三者之间是否存在着简单的定量关系呢？

11.6.1　寻找研究的方法

同时寻找电流与电压、电阻之间的定量关系是比较困难的，对此，我们可以采用控制变数的方法，即固定电压和电阻中的一个量保持不变，寻找电流与另一个量的关系，从而把寻找三个量之间关系的问题化简为寻找两个量之间关系的问题。当得到电流与电压、电流与电阻的关系之后，再进行综合，确定电流、电压、电阻三个量的关系。

想一想

1. 要研究电流与电压之间的关系，反应性变数是__________，操纵性变数是__________，固定性变数是__________。应当采用怎样的电路？如何操作？
2. 要研究电流与电阻之间的关系，反应性变数是__________，操纵性变数是__________，固定性变数是__________。应当采用怎样的电路？如何操作？

11.6.2 电流与电压的关系

活动16

1. 按图 11-41 连接电路，其中定值电阻 $R=5\ \Omega$，闭合开关。
2. 逐次调节滑动变阻器 R'，使伏特计的读数分别达到 1 V、2 V、3 V 和 4 V，读出不同电压下的安培计的读数，并记录在表 11-5 中。

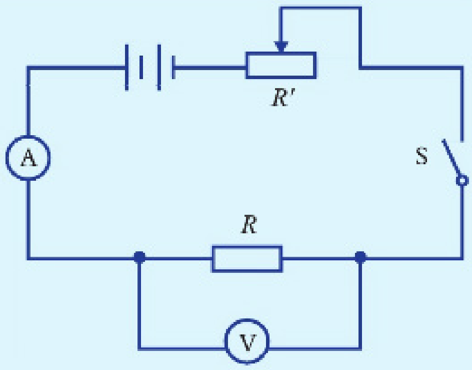


图11-41 研究电流跟电压的关系

表11-5 研究电流跟电压的关系

实验次数	电阻 $R=5\ \Omega$	
	电压 V（V）	电流 I（A）
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	

3. 分析各组实验数据，你能得出怎样的结论？

实验表明，当电阻保持不变时，通过电阻的电流与电阻两端的电压成正比。

想一想

如果将上述实验数据反映的电流与电压的关系用 $I-V$ 图像表达，将会得到怎样一条图线？

11.6.3 电流与电阻的关系

活动17

1. 图 11-41 中，定值电阻 R 先取 2 Ω，调节滑动变阻器 R'，使 R 两端的电压为 3 V。
2. 将定值定阻 R 改取 4 Ω、6 Ω 和 8 Ω，调节滑动变阻器 R'，使 R 两端的电压始终保持 3 V，读出各次通过电阻的电流值，并记录在表 11-6 中。

表11-6 研究电流跟电阻的关系

实验次数	电压 $V=3$ V	
	电阻 R（Ω）	电流 I（A）
1	2	
2	4	
3	6	
4	8	

3. 分析各组实验数据，你能得出怎样的结论？

实验表明，当导体两端的电压保持不变时，通过导体的电流与导体的电阻成反比。

想一想

如果将上述实验数据反映的电流与电阻的关系用 $I-\frac{1}{R}$ 图像表达，将会得到怎样一条图线？

德国物理学家欧姆研究了电流与电压、电阻的关系，在 1827 年得出了如下结论：导体中的电流，跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比。这就是著名的欧姆定律（Ohm's law）。

用 V 表示导体两端的电压，R 表示这段导体的电阻，I 表示通过导体的电流，那么欧姆定律可写成：$I=\frac{V}{R}$

式中电压 V 的单位用 V，电阻 R 的单位用 Ω，电流 I 的单位用 A。

科学家小故事

欧　姆

乔治·西蒙·欧姆（Georg Simon Ohm，1787-1854），德国物理学家，从小就掌握了许多机械制造方面的技能。16 岁时进入大学旁听数学、物理与哲学。由于经济困难而中途辍学，24 岁重新回校，到 26 岁才完成博士学业当了一名中学教师。他热心于电学研究，曾研究过不同金属的导电能力。

在今天看来，欧姆定律的研究如此简单，但在欧姆那个年代，他的研究非常困难。原因主要有两个：一是没有一个电压足够稳定的电源；二是没有一个能精确测量电路中电流大小的仪表。

欧姆定律的实验结果发表于 1826 年，次年他又出版了《关于电路的数学研究》，给出了欧姆定律的理论推导。他的成果当时在国内没有得到肯定，但在国外却受到了重视，英国皇家学会于 1841 年授予他科普利奖章，次年接受他为会员。这时德国才意识到了欧姆的价值。



图11-42　欧姆

11.7　欧姆定律的应用

欧姆定律 $I=\dfrac{V}{R}$ 反映了某一段电路中电流、电压和电阻三者的关系，这个关系式在电路有关计算中是非常有用的。

利用欧姆定律 $I=\dfrac{V}{R}$ 及其变形公式 $V=IR$ 和 $R=\dfrac{V}{I}$，只要知道电流、电压、电阻三个量中的任两个，就能方便地求出第三个量。

【例 1】有一电烙铁，其内的电热丝电阻为 2300 Ω，接在电压为 230 V 的电路上，求电烙铁工作时通过电热丝的电流。



图11-43　技工用电烙铁焊线路板

已知：电阻 $R = 2300\ \Omega$，

电压 $V = 230\ \text{V}$。

求：电流 I。

解：根据欧姆定律，可得：

$$I = \frac{V}{R} = \frac{230\ \text{V}}{2300\ \Omega} = 0.1\ \text{A}$$

答：通过电热丝的电流为 0.1 A。

【例 2】一条电阻丝的电阻为 60 Ω，允许通过的最大电流为 3.2 A。能否将它直接接在电压为 230 V 的电源两端？

已知：电阻丝电阻 $R = 60\ \Omega$，

电阻丝允许通过的最大电流 $I_{max} = 3.2\ \text{A}$，

电源电压 $V = 230\ \text{V}$。

求：电阻丝所能承受的最大电压 V_{max}。

解：根据欧姆定律 $I = \frac{V}{R}$ 可得：

$$V_{max} = I_{max}R = 3.2\ \text{A} \times 60\ \Omega = 192\ \text{V}$$

答：$V_{max} < 230\ \text{V}$，电阻丝不能直接接在电压为 230 V 的电源两端。

【例 3】汽车前灯接在 12 V 的蓄电池的两端。如果每盏前灯发光时通过的电流是 0.40 A，那么，每盏前灯灯丝发光时的电阻为多大？

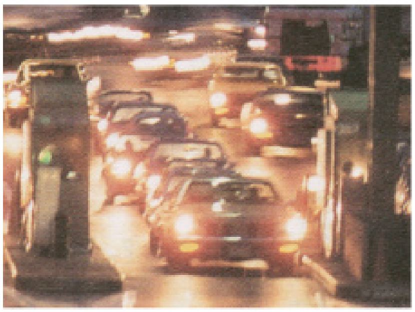


图11-44　汽车前灯

已知：$V = 12\ \text{V}$，

$I = 0.40\ \text{A}$。

求：电阻 R。

解：根据欧姆定律 $I = \frac{V}{R}$，可得：

$$R = \frac{V}{I} = \frac{12\ \text{V}}{0.40\ \text{A}} = 30\ \Omega$$

答：灯丝发光时的电阻是 30 Ω。

实验1

用安培计和伏特计测电阻

目标

1. 了解滑动变阻器的结构，初步学会滑动变阻器的使用方法。
2. 练习用伏特计和安培计测电阻。

利用伏特计和安培计测电阻的方法也叫伏安法。

器材

干电池 2 节、待测电阻 1 个、开关 1 个、安培计 1 个、伏特计 1 个、滑动变阻器 1 个、导线若干。

过程

1. 按图 11-45 连接好电路。闭合开关前，应将滑动变阻器的滑动头 P 移到阻值最大的位置。
2. 闭合开关 S，读出电路中被测电阻两端的电压和通过电阻的电流，记录在表 11-7 中。
3. 改变滑动变阻器的阻值，再读数，记入表 11-7 中。如此再重复 1 次。
4. 将表中 3 组读数分别代入 $R=\dfrac{V}{I}$，算出电阻值，最后求 3 次测量值的平均值。

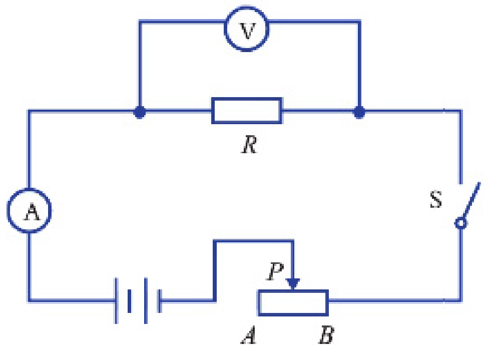


图11-45　电路图

表11-7

实验次数	电压 V（V）	电流 I（A）	电阻 R（Ω）	电阻 R 的平均值（Ω）
1				
2				
3				

讨论

将本实验与活动 16、活动 17 相比较，三个实验中滑动变阻器各起什么作用？

小档案

用万用表测电阻

虽然用安培计和伏特计可以测出电阻的阻值，但这种间接测量电阻的方法在实际中很不方便。在实际工作中，人们通常使用万用表来直接测量电阻（万用表还可以用来直接测量电流和电压）。如图 11-46 所示是常用的指针式万用表及其外形图。

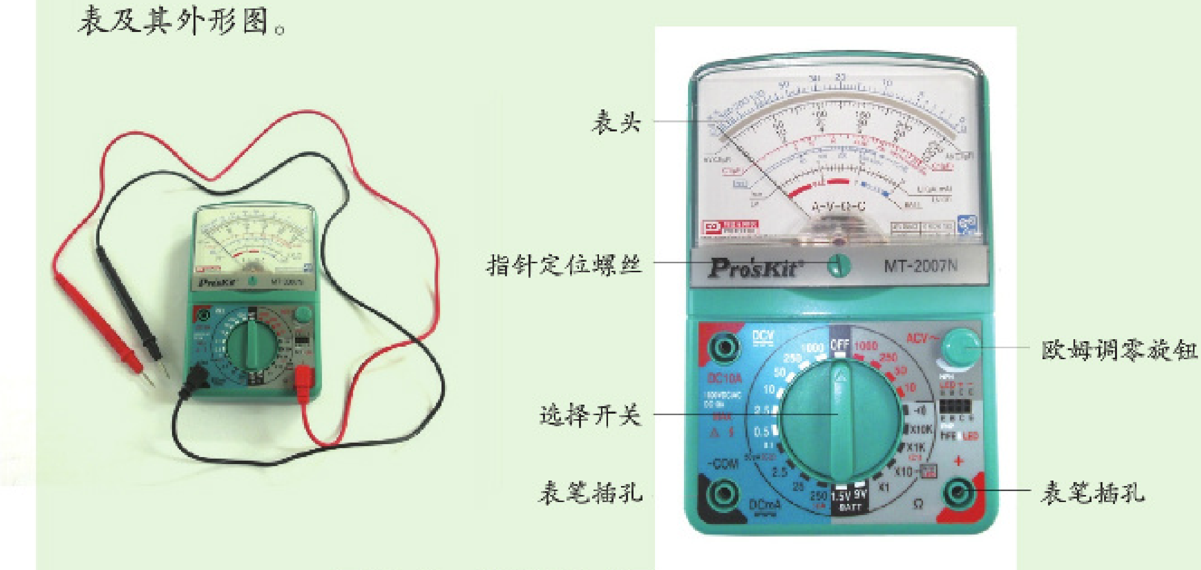


图11-46　常用指针式万用表及其外形图

用万用表测量电阻的方法如下：

（1）观察万用表的指针位置，如果指针没有指在刻度盘左端的刻度线上（即电压为 0，或电阻为 ∞ 处），则用螺丝刀稍稍旋转指针定位螺丝，进行机械调零。

（2）将红、黑表的插头分别插入“+”、“-”插孔中。

（3）将选择开关置于欧姆挡（即表面上标有“Ω”的区域）适当的倍率处，将红、黑表笔的金属体接触，如果此时指针没有指在刻度盘右端的刻度线上（即电阻为 0 处），则要旋转欧姆调零旋钮，进行欧姆挡调零。

（4）将红、黑表笔的金属体与待测电阻的两端接触，从表盘的最高一行的刻度读出读数，并乘上所选取的倍率，即为待测电阻的阻值。

（5）测量完毕，将选择开关旋至 OFF 位置。



图11-47　数字式万用表

现在人们所用的有不少是数字式万用表（图 11-47），这种万用表的测量值以数字的形式在液晶显示屏上直接显示，读数更为简便。

本章提要

1. 电流的大小叫做电流强度。我们可用安培计串联在电路中来测量电流。
2. 电压是电路中电源对电荷的推动作用。电路两端的电压越大，对电荷的推动作用越强。我们可用伏特计并联在电路两端来测量电压。
3. 容易导电的物质叫做导体，不容易导电的物质叫做绝缘体。导体与绝缘体在一定的条件下会相互转化。导电能力介于导体与绝缘体之间的物质叫做半导体。温度降低到一定的程度时电阻会突然降低到零的物质叫做超导体。
4. 电阻是导体对电流的阻碍作用。导体的电阻越大，对电流的阻碍作用就越大。导体的电阻是由导体的长度、横截面积和材料决定的。同种材料的导体，长度越长，横截面积越小，电阻就越大。导体的电阻还与温度有关，金属导体的电阻随温度的升高而增大。
5. 电阻阻值能够人为改变的装置叫做变阻器，常用的变阻器有滑动变阻器、旋钮变阻器等。
6. 欧姆定律：通过导体的电流，跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比，即 $I=\frac{V}{R}$。
7. 根据 $R=\frac{V}{I}$，我们可用伏特计与安培计测量导体的电阻。

练 习 题

一、选择题

1. 一个同学使用安培计测量电流时，本应使用“-”和“5”两个接线柱，但在操作时却误将“-”和“1”两个接线柱接入电路，与安培计“-”接线柱连接的是从电源负极过来的导线。这样做的后果将会是（　　）。

   A. 指针偏转的角度变小

   B. 指针偏转的角度变大，有可能损坏安培计

   C. 指针静止，不发生偏转

   D. 指针向左偏转

2. 电源对电荷的推动作用叫做（　　）。

A．电压　　B．电流　　C．电阻　　D．放电

3. 在常温下，下列各项属于导体的是（　　）。

①橡皮 ②碳棒 ③棉花 ④食盐水 ⑤纯净的水 ⑥人体

A．①②④　　B．②④⑥　　C．④⑥　　D．④⑤⑥

4. 导体和绝缘体的区别在于（　　）。

A．导体中有电子，绝缘体中没有电子

B．导体中有电荷，绝缘体中没有电荷

C．导体中有自由移动的电荷，绝缘体中几乎没有自由移动的电荷

D．导体中正、负电荷数不相等，绝缘体中正、负电荷数相等

5. 对如图11-48所示的滑动变阻器，下列说法正确的是（　　）。

A．线圈本身的电阻很小，可以忽略

B．滑片与滑杆之间是绝缘的

C．滑片与线圈之间是绝缘的

D．瓷筒与线圈之间是绝缘的

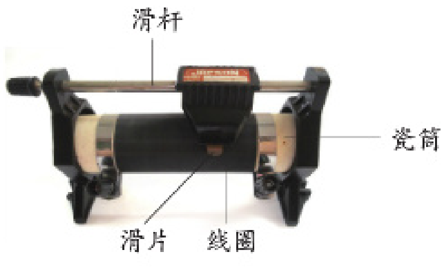


图11-48

6. 以下各个等式中，表示欧姆定律的是（　　）。

A．$电压=\frac{电流}{电阻}$　　B．$电流=\frac{电阻}{电压}$

C．$电流=\frac{电压}{电阻}$　　D．$电阻=\frac{电流}{电压}$

二、简答题

1. 如图11-49所示电路中，如果要测量通过灯泡L_1的电流，安培计应接在何处？如果把安培计连接在开关的左边，那么安培计测得的是什么电流？在电路中画出这两个安培计，并标明安培计的正、负接线柱。

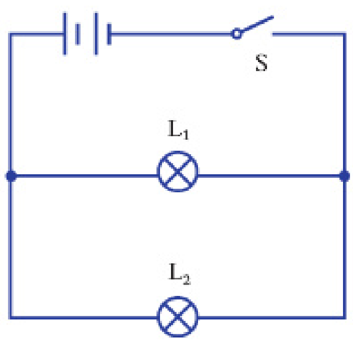


图11-49

2. 在图11–50中连接导线，使L_1、L_2两盏灯并联，安培计能测出通过灯L_2的电流，开关能同时控制两盏灯（电池组上红导线与电池正极相接，黑导线与电池负极相接）。

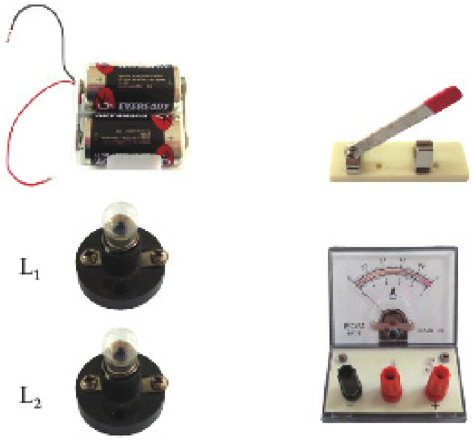


图11–50

3. 在图11–51各电路图的*A*、*B* 圆圈中填上适当的字母，表示不同的电表，并在图中标明正、负接线柱。

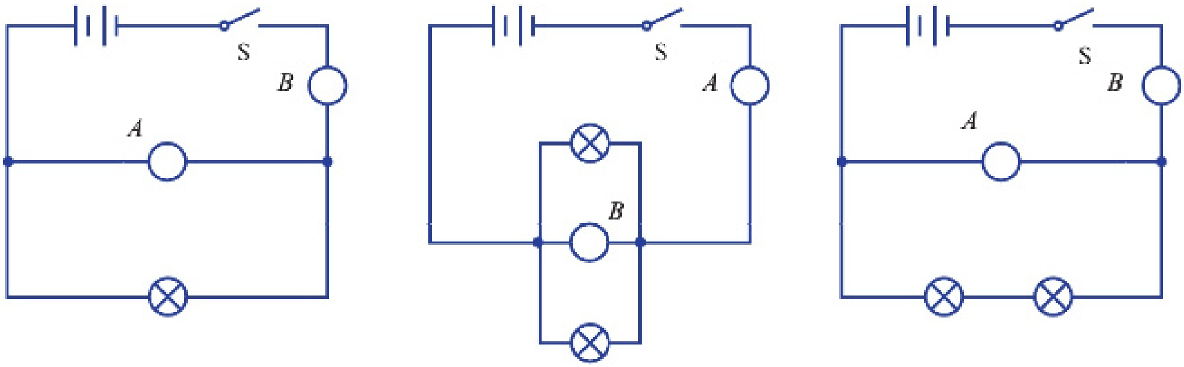


图11–51

4. 把图11–52的电路元件连接成电路，要求两个灯泡是串联的，伏特计能测出灯 L_1两端的电压，安培计能测出通过灯泡 L_2 的电流。

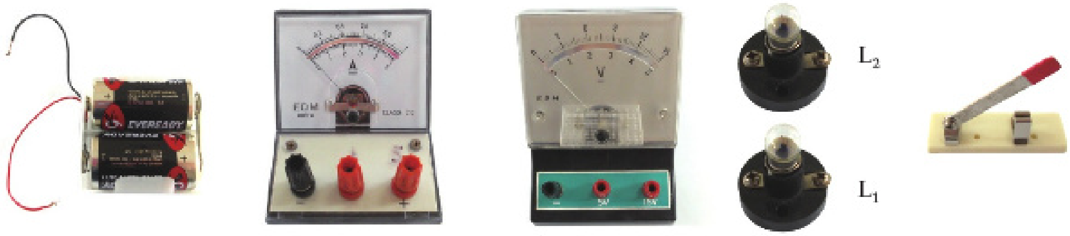


图11–52

5. 把一根合金丝拉长，它的电阻怎样变化？为什么？

6. 如图11-53所示电路，要使灯泡变暗，应如何改变变阻器接入电路的电阻？滑动变阻器的滑动头 P 应向哪个方向移动？

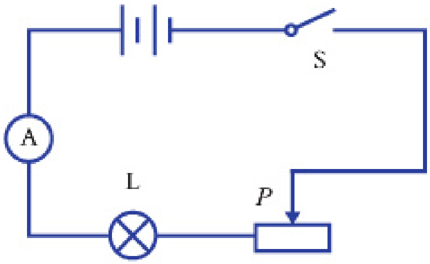


图11-53

7. 在如图11-54的电路中，安培计的读数为多大？

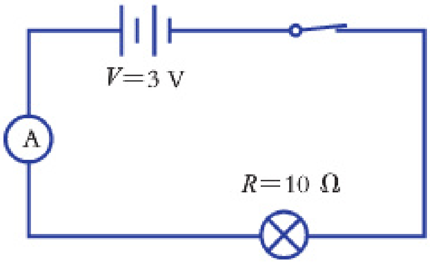


图11-54

8. 某小灯泡上标有“2.8 V　0.7 A”字样，表示该灯泡正常工作时电压是2.8 V，电流是0.7 A。求该小灯泡正常工作时灯丝的电阻。

9. 有一个固定电阻的阻值为10 Ω。
（1）要使通过它的电流为1 A，加在它两端的电压应为多大？
（2）如果电压增大到12 V，通过它的电流为多大？

以“水与人类”为题，出一份手抄报

一、什么是手抄报

手抄报是一种可传阅、可观赏、也可张贴的小型报纸。在学校，手抄报和黑板报一样，是一种群众性的宣传工具。在科学交流活动中，除了报告、讨论和写小论文外，参与的同学也可以用手抄报的形式，在学校或教室等公众场所汇报自己的探究成果。

编写手抄报对编者来说，是一个脑手并用的创作过程。好的手抄报，是编者的知识结构、文化修养和艺术修养的综合体现。因此，对同学们来说，编写手抄报无疑是发展个性才能的广阔天地。

二、手抄报的总体构思

如何使一张手抄报在有限的空间内，既容纳一定的知识内容，又能做到版面设计精彩美观呢？对编者来说，需要全面考虑组稿、编辑、排版、插图、书写等工作。所以，首先要进行总体构思。

1．**主题**

办好手抄报，首先要确立主题。一期手抄报，版面有限，要办出特色，必须在内容上突出一个主题，例如下图中的手抄报的主题就是欢度圣诞节。



手抄报

好的手抄报，要做到主题突出，版面编排和美化设计都要围绕着主题，根据主题和文章内容决定形式的严肃或活泼，做到形式与内容的统一。

2. **编排设计**

手抄报的编排设计，总的要求是：主题突出，内容丰富多彩，版面新颖美观。

（1）版面划分。在主题确定后，第一步是进行版面划分。一般先把版面划分成两块，每块中再分成片。划分文章块面时，要有横有竖，有大有小。既要有变化，又要有对称的美。报头要放在显著位置，最好是在左上位置。在划分版面时，可利用绘画图案对不同版面进行分隔。

（2）块面编排。在进行块面编排时，如文章篇幅不符合原先的划分，就要将整个版面或块面安排作必要的调整。例如，遇到文章安排不下的情况，就要利用移引、转版等形式，并用字号、颜色、花边等手段使它与邻近的文章相区别。

（3）装饰设计。除报头按内容进行设计并绘制外，每篇文章的标题也要作总体考虑，按文章主次确定每篇文章标题的字体、字号、颜色及横、竖排位置。文章内容以横排为主，行距大于字距；篇与篇之间可以适当安排一些题花、插图、花边或尾花等，起装饰、美化版面的作用。

（4）标题。标题要吸引人，主要或重要文章的标题，应用较醒目、庄重的字样；次要文章则可用轻松活泼的字体。标题字体应比文章内容字体大，色彩也应加重。标题多用美术字、楷书、行书、魏体或隶书。同一期或同一版面上的各篇文章标题，可以使用不同的字体书写。

（5）正文的书写。正文开始时要空两格再书写，字体要工整、美观，字体不宜太小，忌潦草、错字。

3. **装饰美化**

手抄报的美化包括报头、题花、插图、花边、尾花和色彩运用等，主要是用色彩、绘图等艺术手段，弥补文字的单调，给人以生动形象、优美和谐的美感和启迪。

（1）报头。报头是手抄报的标志，由图案、画面和刊名组成，绘制要醒目而不刺眼。一般在刊名的下面用比较小的文字注上编写者的姓名或笔名、出版日期等。

（2）题花。题花是对文章标题的装饰，常见的有底纹，带有提示性的图画或图案。

（3）插图。可以根据文章的内容，画一个能说明一个情节的画面，这种形式与文章内容紧密联系；还可以采用与文章内容毫无联系的图案，如花鸟、山水等，这种图案纯粹为了美化而作。

（4）花边。一般不宜太多、太大、太粗，否则会喧宾夺主。花边可以美化版面，可以隔开文章，使之便于阅读。

（5）尾花。尾花是装饰在文章后面的图画或图案。如一篇文章抄完后，还剩有空白，可以画一朵花，既可充实版面，又可以增加美感。注意尾花绘制要小巧精致，起点缀作用，不能抢眼。

（6）色彩。一般宜简练、明快、淡雅，不宜过分渲染、杂乱。一般而言，正文色调宜朴素、稳重；标题及花边、插图等，则可用较鲜艳的色彩。这样才能浓淡适宜，增强效果。

（7）整洁。要保持报面整洁。

三、编写“水与人类”为题手抄报的注意事项

1．编写队伍的组织

一份手抄报的编写队伍可以是个人，也可以是2～4人的小组。如果是小组，需事先按照各人的特长做好分工。

2．材料准备

8开白纸1张、铅笔和各种颜色的水笔或蜡笔、绘图需要的工具等。

3．确定内容

本DIY要求编写的主题是“水与人类”。“水与人类”包含很多内容，一份手抄报只能选择其中某个方面的内容。例如，水与我们的日常生活、水与农业生产、水与工业生产、水造成的自然灾害、水与环境污染、美化环境中水的作用等。

4．稿件的来源

可以自己撰稿，也可以在网络、科普读物、报纸杂志等上面选取有关内容进行改编。

5．排版

根据上述编排设计的要求进行。

6．交流

可以在教室里的学习园地上张贴，也可以用展板的形式安置在校园中，还可以开展评比活动，让全体同学进行投票、评述。

调查校园内一个月的烟尘污染状况

空气污染就经常发生在我们身边，校园也不例外。通过调查，将对学校的空气污染状况有一个比较清楚的认识。

目标

1. **学会收集空气中的烟尘，并进行定量观测。**
2. **能收集、记录、分析调查数据。**

内容

1. **确定收集的时间、地点。**

   一个月内每天确定同一个时间（以中午12～13时为宜），在学校的空旷处确定同一个地点收集空气烟尘。

2. **收集大气中烟尘污染物。**

   （1）用一张过滤纸（家用的咖啡过滤纸也可以）包住吸尘器的吸嘴，并用橡胶带紧紧扎住。

   （2）在室外连续吸尘10分钟。注意吸尘器的吸嘴要保持在距离地面1m以上。

   （3）吸尘完成后，把滤纸从吸尘器吸嘴上拿下来。

3. **烟尘污染物数量的定量观测。**

   （1）把滤纸放在显微镜的载物台上，调节放大倍数为40倍，在滤纸上放一块有标尺的玻片。

   （2）观察滤纸上一定面积内烟尘颗粒的数量。计量颗粒的面积每次应相同。计量可以用定量的方法，也可以用定性的方法（如数量为多、中、少）。

   （3）同时用目测的方法确定校园的空气质量。可以用能见度作为空气质量的指标，使用的评价标准为4级：好、较好、较差、差。

4．**记录数据。**

可以用表格记录数据：

日期	1	2	3	4	5	6	7
烟尘颗粒数							
目测空气质量							

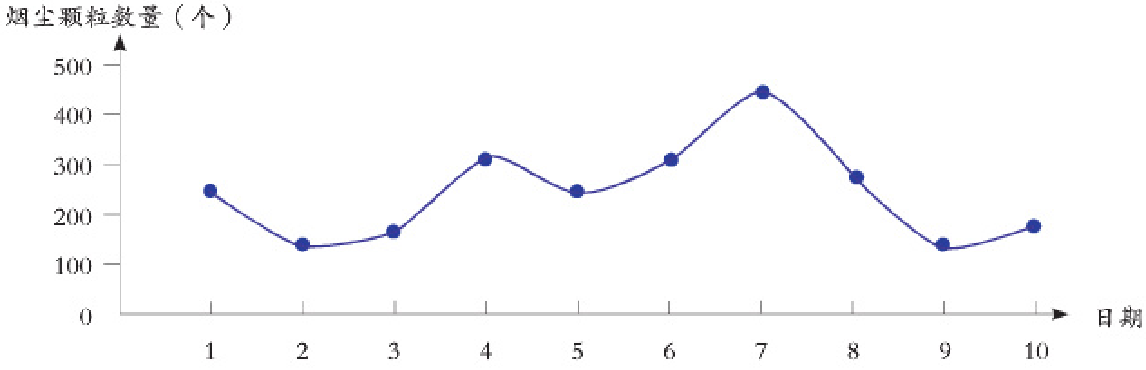
5．**分析数据。**

把数据进行整理，最好绘制成统计图表，如曲线统计图。方法是：

（1）先绘制好坐标，横坐标为时间（日期），纵坐标为烟尘颗粒数量或目测空气质量。

（2）把每天的观测数据用点在图中绘出。

（3）用平滑的曲线依次把这些点连接起来。



统计图表

根据统计曲线，对一个月内的空气烟尘污染状况做出评价。

6．**形成调查报告。**

调查报告应包含原始的观测数据、统计图表、评价结论。

设计实验方案并测定种子的发芽率

在农业生产上，播种前应当测定种子的发芽率。如果发芽率低，就需要另选良种，否则会造成减产。怎样测定种子的发芽率呢?

一、目标要求

1. 了解影响种子萌发的内外因素。
2. 练习抽样检测的方案设计。
3. 测定某种植物种子的发芽率。

二、设计提示

1. **抽样检测法。**

   不能对检测对象逐一检测时，可以从检测对象总体中抽取少量个体作为样本，对样本进行检测的结果能够反映总体的情况，这种方法叫做抽样检测。为了使抽样检测的结果接近总体的真实情况，抽样时应当尽量避免主观因素的影响。在本DIY中，实验用的种子应当随机抽取。

2. **几种常见种子的萌发最适温度。**

小麦	棉	水稻	玉米	菜豆
12～20℃	20～30℃	25～35℃	30～35℃	20～25℃

3. **检测装置。**

   在直径为10 cm的培养皿内，铺2 ~ 4层滤纸或纱布，加入适量的水，使滤纸或纱布湿润。然后随机抽取100粒种子，均匀地摆放在滤纸或纱布上。实验过程中，要注意使培养皿内保持湿润。

三、实验活动

1. **抽样检测的实施。**

    根据各自设计的实验方案组织抽样检测，注意小组各成员的分工合作。

2. **观察和统计。**

    每天观察一次，并记录萌发的种子数，连续观察七天左右。

小麦	第1天	第2天	第3天	第4天	第5天	第6天	第7天
萌发的种子数							

3. **计算种子的发芽率。**

    发芽率＝发芽的种子数／供检测的种子数×100%。

四、交流与讨论

1. 测发芽率时，应当给种子提供什么样的环境条件？怎样提供这些条件？
2. 将自己或本小组的测定结果告诉其他同学，并互相比较。
3. 哪个同学或小组与你所测定的是同一种种子？他们的数据与你的相同吗？如果不同，原因是什么？

制作验电器

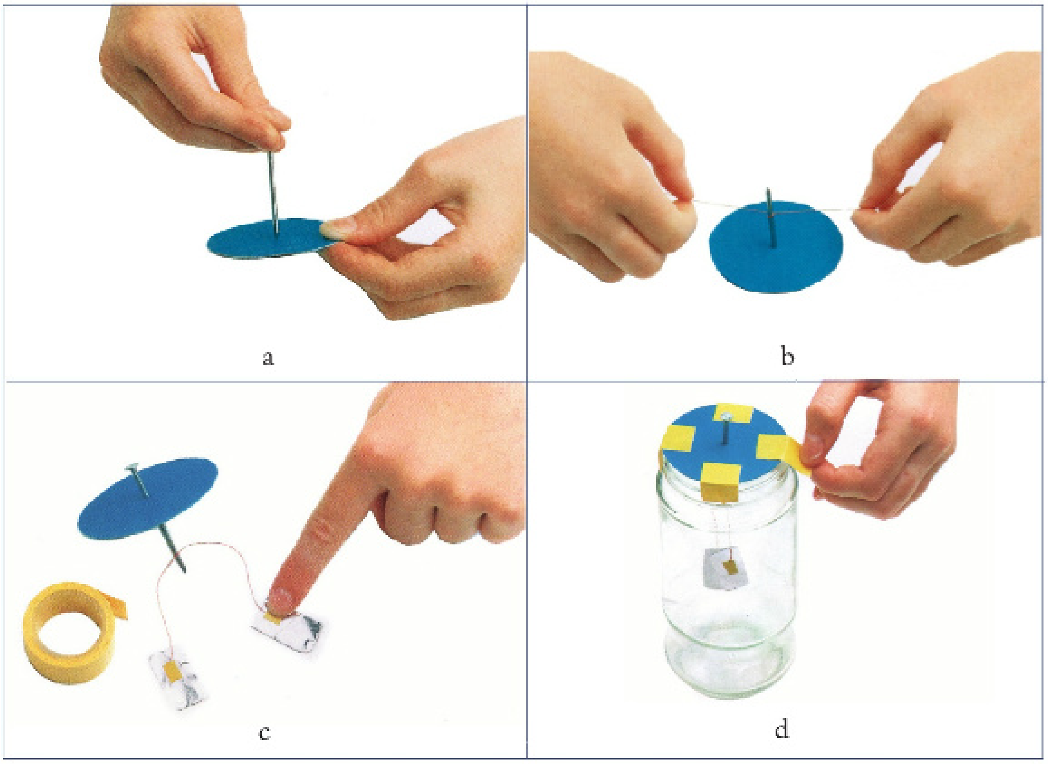
验电器是检验物体是否带电的仪器，利用简单的器材，我们可以动手制作一个简易的验电器。

器材

1个玻璃瓶，细金属丝（可用细漆包线，用砂纸擦掉外面的绝缘层），透明胶带，剪刀，铝箔，长钉子，1把塑料梳子，1张塑料片。

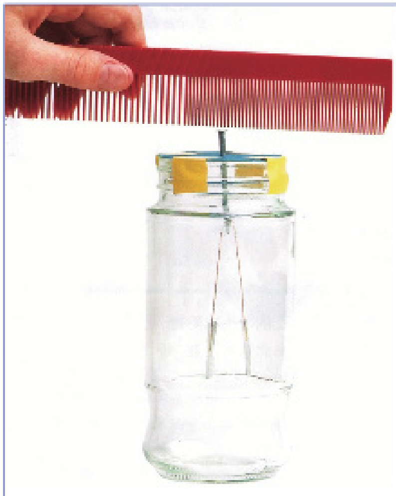
制作步骤

1. 将塑料片剪成与玻璃瓶口相当大小的圆形状，将钉子穿过圆形塑料片中，如图a。
2. 把金属丝的中部牢牢系在钉子上，不能松动，如图b。



a b c d

3. 剪下两条铝箔，用尽可能少的胶带贴在金属丝的两端，如图c。
4. 用胶带将塑料片贴在玻璃瓶口，这样就做成了一个简易的验电器，如图d。
5. 用梳子梳几下头发，再让它在钉子头上滑过，重复几次，两个铝箔就会分离开来，如图e。
6. 用手指抓住钉子头，两个铝箔就会直直地垂下来，如图f。这是因为钉子和铝箔上的电荷通过人体释放掉了。


e


f

附录一

常用计量单位

量的名称	量的符号	单位名称	单位符号	说明
长度，位移	l，s	米	m	1 km = 1000 m 1 m = 100 cm = 1000 mm
面积	A	平方米	m^2	$1\ m^2 = 10^4\ cm^2 = 10^6\ mm^2$
体积	V	立方米 升	m^3 L	$1\ m^3 = 10^6\ cm^3 = 10^9\ mm^3$ $1\ L = 1000\ mL = 1000\ cm^3$
时间	t	秒	s	1 h = 60 min = 3600 s
质量	m	千克	kg	1 t = 1000 kg 1 kg = 1000 g 1 g = 1000 mg
重量	W	牛顿	N	$W = mg$
摄氏温度	θ	摄氏度	℃	$\theta = (T - 273)$ ℃
凯氏温度	T	凯尔文	K	$T = (\theta + 273)$ K
速度	v	米 / 秒	m / s	$v = \frac{s}{t}$ $1\ km/h = \frac{1}{3.6}\ m/s$
密度	ρ	千克 / 米 ^{3}	kg/m^3	$\rho = \frac{m}{V}$ $1\ g/cm^3 = 1000\ kg/m^3$
力	F	牛顿	N	
压强	P	帕斯卡	Pa	$P = \frac{F}{A}$ $1\ Pa = 1\ N/m^2$

电流	I	安培	A	$I=\frac{V}{R}$
电压	V	伏特	V	
电阻	R	欧姆	Ω	
功	W	焦耳	J	$W=Fs$ 1 J = 1 N · m
功率	P	瓦特	W	$P=\frac{W}{t}$ 1 W = 1 J / s
热量	Q	焦耳	J	热传递过程中物体热能的改变量
能量	E	焦耳	J	各种形式能量单位都是焦耳，能量单位与功、热量单位相同
电功	W	焦耳 千瓦小时 （千瓦时）	J kW · h	$W=VIt$ $W=Pt$ 1 kW · h = 3.6×10^6 J
电功率	P	瓦特	W	$P=\frac{W}{t}=VI$ 1 W = 1 J / s

注：量的符号一律为斜体，单位符号一律为正体。

附录二

部分物质的溶解度表

几种物质在不同温度时的溶解度

溶解度/g　温度/℃　物质	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
氯化钠（食盐）	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37.0	37.3	37.8	38.4	39.0	39.8
硝酸钾	13.3	20.9	31.6	45.8	63.9	85.5	110.0	138	169	202	246
氢氧化钙	0.185	0.176	0.165	0.153	0.141	0.128	0.116	0.106	0.094	0.085	0.077
蔗　糖	179.2	190.5	203.9	219.5	238.1	260.4	287.3	320.4	362.1	415.7	487.2
氧　气	0.0489	0.0380	0.0310	0.0261	0.0231	0.0209	0.0195				
二氧化碳	1.713	1.194	0.878	0.665	0.530	0.436	0.359				
氨　气	1176	—	702	—	—	—	—				

物质在水中的溶解性等级

20℃时的溶解度	大于10 g	1～10 g	0.01～1 g	小于0.01 g
溶解性等级	易 溶	可 溶	微 溶	难 溶